

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZANOSTI

Magdalena Plavotić

VANJSKA BRZINSKA ZNAČAJKA U EKSPLOATACIJI
CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

Sveučilište u zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**VANJSKA BRZINSKA ZNAČAJKA U EKSPLOATACIJI
CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA**

**EXTERNAL SPEED FEATURE IN THE EXPLOITATION OF
ROAD FREIGHT MOTOR VEHICLES**

Mentor: prof.dr.sc. Marijan Rajsman

Student: Magdalena Plavotić

JMBAG: 0135233607

Zagreb, studeni 2019.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. DEFINICIJA I ZNAČENJE VANJSKE BRZINSKE ZNAČAJKE MOTORA	2
2.1. VANJSKA BRZINSKA ZNAČAJKA OTTO MOTORA	3
2.2. VANJSKA BRZINSKA ZNAČAJKA DIESEL MOTORA	4
3. PODJELA CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA	5
3.1. DEFINICIJA CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA	5
3.2. PODJELA CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA	5
3.2.1. Kamioni	6
3.2.2. Kamioni s prikolicama	6
3.2.3. Tegljači s poluprikolicom	8
4. ANALIZA EKSPLOATACIJE CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA RAZLIČITIH VANJSKIH BRZINSKIH ZNAČAJKI	10
4.1. Cestovna teretna motorna vozila najveće dopuštene mase do 12 tona	10
4.1.1. Simulacija na prijeđenom godišnjem putu od 80.000 kilometara	14
4.1.2. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego	16
4.1.3. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL	19
4.1.4. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke DAF modela LF ..	22
4.1.5. Usporedba specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45	25
4.2. Cestovna teretna motorna vozila najveće dopuštene mase do 40 tona	27
4.2.1. Simulacija na prijeđenom godišnjem putu od 100.000 kilometara	30
4.2.2. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke Scania modela R ..	33
4.2.3. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX	36
4.2.4. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH 39 ..	39
4.2.5. Usporedba specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440	42
4.3. Stvarni primjeri iz prakse	44
5. ZAKLJUČAK	48
POPIS LITERATURE	49
POPIS SLIKA	50

POPIS GRAFIKONA.....	52
POPIS TABLICA.....	53

1. UVOD

Predmet ovog završnog rada je vanjska brzinska značajka u eksploataciji cestovnih teretnih motornih vozila. Ono što karakterizira vanjsku brzinsku značajku motora je odnos efektivne snage motora, okretnog momenta, te specifične potrošnje goriva prema broju okretaja koljenastog vratila. U radu je taj odnos definiran i prikazan kroz analize različitih marki cestovnih teretnih motornih vozila, odnosno vozila različitih tehničkih podataka. Glavni kriterij u transportu robe i dobara je prevesti što veće količine tereta na što veće udaljenosti, a da se pri tome ostvari što manja potrošnja goriva što omogućuje manje troškove. Vanjska brzinska značajka važan je kriterij za izbor odgovarajućeg teretnog motornog vozila tvrtkama koje traže optimalno vozilo za svoj posao. Stavka potrošnja goriva u svakom transportnom poduzeću jedna je od najznačajnijih, često i najveća stavka u strukturi ukupnih troškova. S obzirom na uvjete eksploatacije, potrebno je primjereno tim uvjetima izabrati motor odgovarajuće snage. Ukoliko odabir motora i pripadajuće snage bude pogrešan, tada slijedi i veće radno opterećenje tog motornog vozila u eksploataciji, što rezultira većom potrošnjom količine goriva. To znači veće troškove eksploatacije i nepovoljan, odnosno umanjen financijski rezultat. Pravilan odabir vozila temelji se na ostvarivanju optimalnog balansa snage, okretnog momenta i potrošnje goriva uz dobro prilagođenu brzinu okretaja motora čime se postiže veći profit uz što manje troškove. Na potrošnju goriva utječu mnogi faktori, a to su različiti uvjeti u eksploataciji, vrsta terena kojom se vozilo kreće, stupanj iskorištenosti teretnog kapaciteta vozila, a veliku ulogu ima i vozač te njegovo iskustvo. Iz svega navedenoga može se zaključiti da je za pravilan odabir cestovnog teretnog motornog vozila u skladu sa potrebama kupca, bitno poznavati vanjsku brzinsku značajku motora.

Rad je podijeljen u 5 cjelina:

1. Uvod
2. Definicija i značenje vanjske brzinske značajke motora
3. Podjela cestovnih teretnih motornih vozila
4. Analiza eksploatacije cestovnih teretnih motornih vozila različitih vanjskih brzinskih značajki
5. Zaključak.

U drugom poglavlju definira se vanjska brzinska značajka, te se opisuje kako se ona ponaša kod Otto i Diesel motora.

U trećem poglavlju vrši se podjela cestovnih teretnih vozila, te su sukladno tome navedene pripadajuće karakteristike.

U četvrtom poglavlju radi se analiza vanjskih brzinskih značajki na primjeru različitih marki cestovnih teretnih motornih vozila s obzirom na troškove eksploatacije teretnih motornih vozila jednake najveće dopuštene mase, te približno iste efektivne snage motora. Cilj rada je ukazati na pravilan odabir odgovarajućeg motora u procesu donošenja odluke o nabavci novog cestovnog teretnog motornog vozila prema dominantnim uvjetima eksploatacije.

2. DEFINICIJA I ZNAČENJE VANJSKE BRZINSKE ZNAČAJKE MOTORA

Vanjska brzinska značajka pokazuje ovisnost djelotvornih pokazatelja rada motora o brzini vrtnje koljenastog vratila pri potpuno otvorenoj zaklopki rasplinjača. Pri radu motora na vanjskoj brzinskoj karakteristici (potpuno otvorena zaklopka rasplinjača) najveći utjecaj na promjenu prosječnoga efektivnog tlaka, ovisno o brzini vrtnje, ima stupanj punjenja i stupanj mehaničke iskoristivosti. [1]

Sva prijevozna sredstva, uključujući i teretna, odlikuju se određenim eksploatacijskim značajkama koje je neophodno poboljšavati jer prometna potražnja u cestovnom teretnom prijevozu neprestano raste, a samim tim se razvija i tržište teretnog cestovnog prijevoza. [2]

Vanjska brzinska značajka prikazuje promjenu vrijednosti potrošnje goriva, efektivne snage i efektivnog okretnog momenta s obzirom na broj okretaja kod Otto i Diesel motora. Mjerenjem pri raznim režimima rada dobiju se različiti dijagrami snage i momenta. Mjerenje vanjske brzinske značajke motora vrši se pri punoj dobavi goriva („puni gas“) gdje se opterećenja motora mijenja regulacijom momenta na kočnici. Područje vrtnje između maksimalnog momenta i maksimalne snage naziva se elastično područje rada motora. Veća elastičnost znači bolju prilagodljivost motora kratkotrajnim preopterećenjima. [3]

Snaga motora raste s brojem okretaja po krivulji, dok je okretni moment matematički vezan sa snagom:

$$Pe = Me * \omega = Me * \frac{n * \pi}{30} [W] \quad (1)$$

$$Me = Pe * \frac{30}{n * \pi} [Nm] \quad (2)$$

pri čemu je:

P_e – efektivna snaga motora [W]

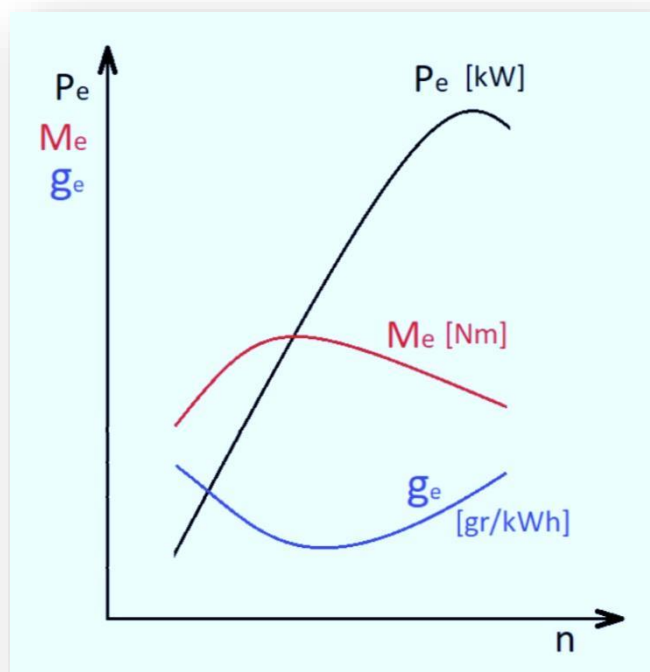
M_e – efektivni okretni moment motora [Nm]

n – broj okretaja [okr/min]

ω – kutna brzina radilice [rad/min] [3]

2.1. VANJSKA BRZINSKA ZNAČAJKA OTTO MOTORA

Vanjska brzinska značajka Otto motora temelji se na tome da u području od najmanjeg do najvećeg broja okretaja motora krivulja snage pokazuje, iza maksimalne snage, osjetan pad s povećanjem brzine vrtnje, dok okretni moment također s porastom broja okretaja motora ima tendenciju pada, te se relativno više mijenja u odnosu na okretni moment Diesel motora, što Ottov motor čini „elastičnijim“ od Dieselog motora. Specifična potrošnja goriva g_e najveća je pri početnoj brzini vrtnje, a najmanja kada je moment na vrhuncu, odnosno kada je najveći. [3]



Slika 1: Vanjska brzinska značajka Otto motora

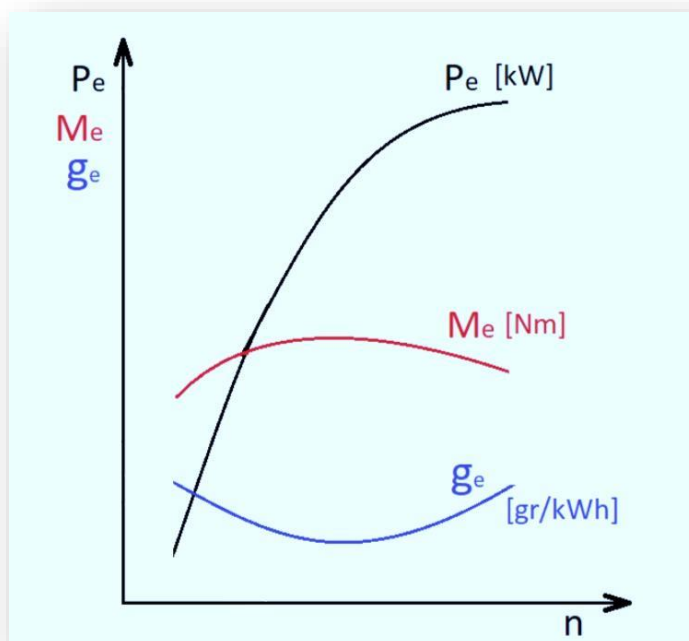
Izvor: Zavada, J.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2000., str.7.

2.2. VANJSKA BRZINSKA ZNAČAJKA DIESEL MOTORA

Teretna vozila pretežito se rade sa Diesel motorima, a posebna značajka kod vanjske brzinske značajke Diesellovog motora je da:

- snaga proporcionalno raste porastom broja okretaja koljenastog vratila, te da nema limitatora broja okretaja kod Diesel motora snaga bi se konstantno povećavala;
- Diesel motor radi na manjem broju okretaja nego Ottov.

Vanjska brzinska značajka Diesel motora temelji se na tome da u području od najmanjeg do najvećeg broja okretaja motora krivulje snage, za razliku od Otto motora, kod maksimalnog broja okretaja ima tendenciju daljnjeg povećanja, dok okretni moment također s porastom broja okretaja motora ima tendenciju pada, no manje je elastičan u odnosu na Ottov motor. Specifična potrošnja goriva g_e najveća je pri početnoj brzini vrtnje, a najmanja kada je moment na vrhuncu, odnosno kada je najveći. [3]



Slika 2: Vanjska brzinska značajka Diesel motora

Izvor: Zavada, J.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2000., str.7.

3. PODJELA CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA

3.1. DEFINICIJA CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA

Kako bi uopće bilo moguće govoriti o eksploatacijskim značajkama teretnih cestovnih prijevoznih sredstava potrebno je definirati teretna cestovna prijevozna sredstva. Prije toga, vrlo je važno napomenuti da su teretna cestovna prijevozna sredstva jedan od osnovnih čimbenika tržišta teretnog cestovnog prijevoza (bilo da se o teretnim cestovnim prijevoznim sredstvima govori kao o predmetu trgovine ili kao o sredstvu koje je neophodno za ostvarenje prijevoznog procesa). [2]

Cestovna teretna motorna vozila su „Motorna vozila kojima se obavlja transport u teretnom prometu“. [4] U stručnoj literaturi se nazivaju teretnim, gospodarskim ili komercijalnim vozilima. U javnosti se često govori o kamionima, a hrvatsko zakonodavstvo, definirajući tehničku kategoriju N, navodi teretni automobil kao „motorno vozilo za prijevoz tereta s najmanje četiri kotača“. [5] Glavni cilj teretnih motornih vozila je prijevoz tereta i kao takva moraju biti prilagođena svim zahtjevima i potrebama kupaca, što u konačnici omogućuju proizvođači teretnih vozila. [6]

3.2. PODJELA CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA

Kriterij prema kojem se korisnici teretnog vozila ravnaju, tj. ovisno kakvo im teretno vozilo treba može se prikazati samom podjelom prema raznim kriterijima poput:

- ukupna masa;
- nosivost;
- dimenzije;
- konstrukcijske značajke;
- vrsta pogonskog goriva;
- namjena (relacija prijevoza, vrsta tereta) i dr. [7]

U cestovnom prometu, za prijevoz robe i tereta, koriste se tri vrste teških teretnih motornih vozila:

- kamioni bez prikolica;
- kamioni s prikolicama;
- tegljači s poluprikolicama.

3.2.1. Kamioni

Mogućnosti kamiona su ograničene zakonskim propisima o njegovim dimenzijama i ukupnoj nosivosti. Osnovne varijante u proizvodnji kamiona:

- s dvije osovine ukupne nosivosti 16 [t] (bruto) i duljine tovarnog sanduka 6 [m];
- s tri osovine ukupne nosivosti 22 [t] i duljine karoserije 7 [m]. [8]



Slika 3: Primjer vozila marke MAN modela TGL 12.220

Izvor: <http://www.transportmagazin.hr/man-tgl-12-220-euro-6/kolovoz, 2019.>

Na slici 3 prikazano je cestovno teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL 12.220, točnije prikazan je dvoosovinski kamion koji kao nadgradnju ima zatvoreni teretni sanduk sa stražnjim vratima.

3.2.2. Kamioni s prikolicama

Postoje dvije varijante skupa vozila u sastavu kamion s prikolicom:

- kamion s dvije osovine nosivosti 16 [t] koji može vući prikolicu s dvije osovine nosivosti 16 [t] ili prikolicu s tri osovine nosivosti 22 [t];
- kamion s tri osovine nosivosti 22 [t] može vući prikolicu s dvije osovine nosivosti 16 [t].

Duljine tovarnih sanduka su:

- 6 [m] – kamion s dvije osovine;

- 7 [m] – kamion s tri osovine;
- 7 [m] – prikolice s dvije osovine centralno smještene;
- 8 [m] – prikolice s tri osovine.

Maksimalna duljina priključnog vozila s krutom vezom (rudom):

- S jednom osovinom 6 [m];
- S dvije osovine 10 [m];
- S tri osovine i više 12 [m]. [8]



Slika 4: Primjer vozila marke MAN modela TGX 24.400

Izvor: <https://www.tradus.com/hr/transport/kamioni/medusobno-zamjenjiva-sasija/man/man-tgx-24-400-bdf-jumbo-multiwechsler-eev-stanklima-2010-4332253/kolovoz> 2019.

Na slici 4 prikazan je skup cestovnih teretnih vozila u sastavu kamion marke MAN modela TGX 24.440 i prikolice s centralno smještenim osovinama. Na temelju slike može se uočiti da nadgradnju na šasiji kamiona i prikolice čini teretni sanduk sa bočnim stranicama i ceradom.

3.2.3. Tegljači s poluprikolicom

Postoje najčešće tri varijante tegljača s poluprikolicama:

1. tegljač s dvije osovine i poluprikolica s dvije osovine ukupne nosivosti 36 [t];
2. tegljač s dvije osovine i poluprikolica s tri osovine ukupne nosivosti 38 [t];
3. tegljač s tri osovine i poluprikolica s dvije osovine s dvostrukim gumama ili tri osovine s jednostrukim gumama ukupne nosivosti 38 [t]. [9]



Slika 5: Primjer vozila marke DAF modela XF

Izvor: <https://tti-group.com/vozni-park/kolovoz-2019>.

Na slici 5 prikazano je cestovno teretno motorno vozilo marke DAF modela XF. Na temelju slike može se uočiti da je navedeno vozilo sastavljeno od dvoosovinskog tegljača i troosovinske poluprikolice koja kao nadgradnju ima teretni sanduk sa bočnim stranicama i ceradom.

U redovnom prijevozu robe, na prostoru Europske unije propisana su sljedeća ograničenja glede dopuštenih dimenzija i mase vozila s teretom:

- najveća dopuštena širina iznosi 2,50 [m];
- najveća dopuštena visina iznosi 4,00 [m];
- najveća dopuštena duljina vozila iznosi 12,00 [m] za kamione, 16,50 [m] za tegljače i 18,00 [m] za prikoličare;

- najveća dopuštena masa iznosi 40 [t].

U izvanrednom prijevozu smatra se prijevoz tereta zbog čijih dimenzija ili mase se prelazi izvan propisanih ograničenja. Takav prijevoz obavlja se vozilima posebne konstrukcije, ovisno o vrsti tereta. Za izvanredni prijevoz je potrebno odobrenje nadležne institucije i obvezatno poduzimanje posebnih mjera. [10]

Robe zbog svojih specifičnih svojstava zahtijevaju posebne uvjete prijevoza, odnosno posebnu konstrukciju vozila. Prevoze se specijalnim vozilima kao što su: cisterne, prijevoz tekućih, plinovitih i nekih sipkih tereta; hladnjače, za prijevoz tereta koji zahtijevaju određeni temperaturni režim; samoiskrcivači (kiperi), za prijevoz rasutih tereta; kamioni za prijevoz stoke i druga specijalna vozila. [11]

Najizraženije razlike u konstrukcijskim značajkama teretnih vozila proizlaze iz oblika smještajnog prostora. Oblici nadgradnje su dizajnirani prema obilježjima tereta, odnosno sukladno potrebama operativnih radnji tijekom procesa ukrcaja-iskrcaja tereta.

Među uobičajene inačice konstrukcijskih izvedbi nadgradnji za smještaj tereta spadaju:

- otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama;
- otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama i hidrauličkim nagibnim mehanizmom, tzv. kiper (njem.: Kipper, gl. kippen- nagnuti, prevrtati), za jednostavniji iskrcaj tereta;
- teretni sanduk s bočnim stranicama i ceradom;
- zatvoreni teretni sanduk sa stražnjim (i/ili bočnim) vratima, tzv. furgon izvedba;
- furgon- zatvorena teretna kola, vagon za prtljagu;
- zatvoreni, toplinski izolirani teretni sanduk sa stražnjim i bočnim vratima te uređajem za hlađenje, tzv. hladnjača za prijevoz temperaturno osjetljivog tereta;
- zatvoreni „sanduk“- spremnik za prijevoz tekućih tereta u rinfuzi s gornjim otvorom za punjenje i bočnim ili donjim ispustom za pražnjenje, tzv. cisterna (lat.: cisterna-nakapnica, nekad spremnik za kišnicu, pitku vodu);
- zatvoreni „sanduk“- spremnik za prijevoz praškastih, zrnatih ili granuliranih tereta u rinfuzi s gornjim gravitacijskim otvorom za punjenje i donjim ispustom za gravitacijsko, odnosno kompresorsko pražnjenje, tzv. silo (španj.: silo- objekt za čuvanje žita).

Pored navedenih izvedbi postoji čitavi niz tipova nadgradnji predviđenih za posebnu namjenu, kao što su:

- damper vozila za prijevoz kamenih blokova u kamenolomu, odnosno rudniku;
- automješalica za prijevoz betona;
- vozilo za prijevoz automobila;
- nadgradnje prilagođene za prijevoz stakla, pića, komunalnog otpada, živih životinja i dr.

Treba spomenuti i teretna motorna vozila čije podvozje umjesto nadgradnje ima samo platformu za prihvat izmjenjivih teretnih sanduka različitih oblika te kontejnera. [6]

4. ANALIZA EKSPLOATACIJE CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA RAZLIČITIH VANJSKIH BRZINSKIH ZNAČAJKI

U ovom poglavlju vršiti će se analiza vanjske brzinske značajke cestovnih teretnih motornih vozila, točnije odnos snage, potrošnje goriva i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojima se teretna motorna vozila kreću. Predstaviti će se dvije skupine cestovnih teretnih motornih vozila različitih proizvođača, jednake najveće dopuštene mase, približne snage, te različitih vrijednosti okretnog momenta ovisno o broju okretaja motora, te pripadajućom potrošnjom goriva. Uz to će biti prikazan izračun, te usporedba sljedećih tehničkih veličina, tehnoloških pokazatelja, odnosno koeficijenata:¹

- **Pokazatelj specifične snage vozila-** N_s [kW/t]- omjer efektivne snage motora (P_e) i najveće dopuštene mase vozila (M). Ima bitan utjecaj na dinamička svojstva vozila.

$$N_s = \frac{P_e}{M} \quad [kW/t] \quad (3)$$

- **Pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora-** η_{smdm} [kg/kW]- izračunava se kao omjer vlastite mase (m) i efektivne snage motora vozila (P_e), a izražava se mjernom jedinicom [kg/kW]. Omjer vlastite mase vozila i snage motora recipročna je vrijednost pokazatelja specifične snage, također povezan s utjecajem na dinamička svojstva vozila.

$$\eta_{smdm} = \frac{m}{P_e} \quad [kg/kW] \quad (4)$$

- **Koeficijent iskorištenja mase vozila-** k_m je omjer vlastite mase (m) i najveće dopuštene mase prijevoznog sredstva (M).

$$k_m = \frac{m}{M} \quad (5)$$

4.1. Cestovna teretna motorna vozila najveće dopuštene mase do 12 tona

U nastavku se može vidjeti tablica sa pripadajućim podacima za svako teretno motorno vozilo najveće dopuštene mase do 12 tona, te snagom od 160 kW/218 KS do 165kW/224 KS.

¹ Izvor: Rajsman M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, FPZ, 2017.,str.69.

Tablica 1. Podaci za tri različita proizvođača teretnih motornih vozila marki Mercedes-Benz, MAN i DAF

VELIČINA	Mercedes-Benz Atego 1222	MAN TGL 12.220	DAF LF 45
Najveća dopuštena masa [t]	12	12	12
Snaga [kW/KS]	160/218	162/220	165/224
Okretni moment [Nm]	810	850	850
Prosječna potrošnja goriva [l/100 km]	15	16	17

Izvor: [12], [13], [14]

Na temelju podataka danih u tablici 1 može se uočiti da prema potrošnji goriva teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222 ima najpovoljniju vanjsku brzinsku značajku.



Slika 6: Primjer vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222

Izvor: https://www.bastrucks.com/vehicles/used/truck-closed-mercedes-atego_1222_1-2013-4x2-5-70105880/studeni, 2019,

Na slici 6 prikazano je cestovno teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, točnije prikazan je dvoosovinski kamion koji kao nadgradnju ima teretni sanduk sa bočnim stranicama i ceradom.



Slika 7: Primjer vozila marke MAN modela TGL 12.220

Izvor: https://www.bastrucks.com/vehicles/used/truck-refrigerated-man-tgl_12_220_c-2012-4x2-5-70084601/studeni, 2019.

Na slici 7 prikazano je cestovno teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL 12.220, točnije prikazan je dvoosovinski kamion koji kao nadgradnju ima zatvoreni teretni sanduk sa stražnjim vratima.



Slika 8: Primjer vozila marke DAF modela LF 45

Izvor: <https://www.tipcars.eu/freight/daf/case/diesel/daf-fa-lf-45-220-euro-5-eev-37401638.html>/studeni, 2019.

Na slici 8 prikazano je cestovno teretno motorno vozilo marke DAF modela LF 45, točnije prikazan je dvoosovinski kamion koji kao nadgradnju ima zatvoreni teretni sanduk sa stražnjim vratima.

4.1.1. Simulacija na prijeđenom godišnjem putu od 80.000 kilometara

Simulirati će se potrošnje goriva teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL 12.220 i teretnog motornog vozila marke DAF modela LF 45, na godišnjoj razini prijeđenog puta od 80.000 kilometara.

Tablica 2: Simulacija na teretnim motornim vozilima marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45

VELIČINA	MB Atego 1222	MAN TGL 12.220	DAF LF 45
Godišnji prijeđeni put [km]	80.000	80.000	80.000
Prosječna potrošnja goriva [l/100 km]	15	16	17
Cijena goriva po litri [HRK]	9,62	9,62	9,62
Potrošnja goriva [litara]	12.000	12.800	13.600
Potrošnja goriva [HRK]	115.440,00	123.136,00	130.832,00

Izvor: [12], [13], [14]

Napomena:

- Cijena uzeta na dan 5.11.2019., iznos po litri 9,62 HRK.

U nastavku teksta slijedi analiza dobivenih podataka iz tablice 2.

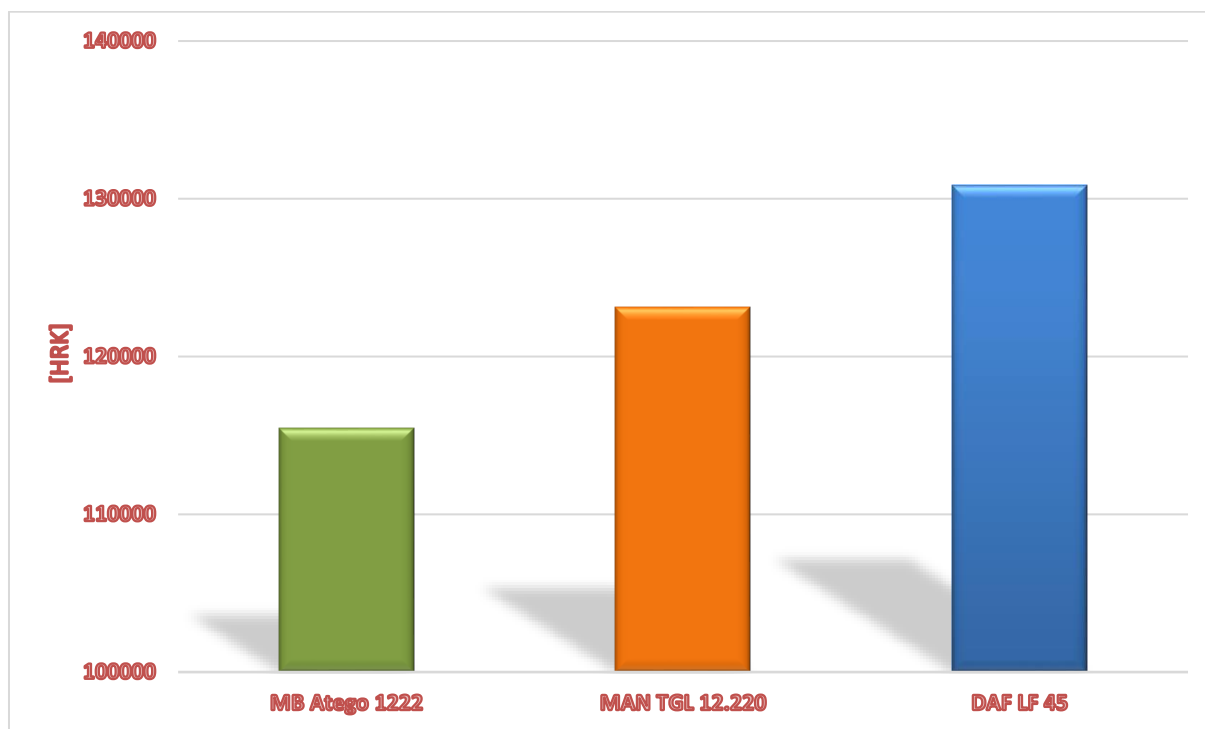
Teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222 na godišnjoj razini prijeđenog puta od 80.000 km uz prosječnu potrošnju goriva od 15 l/100 km potroši oko 12.000 litara diesel goriva, što je uz cijenu diesel goriva od 9,62 HRK po litri iznos od 115.440,00 HRK.

Teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL 12.220 na godišnjoj razini prijeđenog puta od 80.000 km uz prosječnu potrošnju goriva od 16 l/100 km potroši oko 12.800 litara diesel goriva, što je uz cijenu diesel goriva od 9,62 HRK po litri iznos od 123.136,00 HRK. Iz toga proizlazi da navedeno vozilo troši 6% više goriva u odnosu na teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222.

Na temelju podataka iz tablice može se uočiti da prema potrošnji goriva najnepovoljniju brzinsku značajku ima teretno motorno vozilo marke DAF modela LF 45. Navedeno vozilo na godišnjoj razini prijeđenog puta od 80.000 km uz prosječnu potrošnju goriva od 17 l/100 km

potroši oko 13.600 litara diesel goriva, što je uz cijenu diesel goriva od 9,62 HRK po litri iznos od 130.832,00 HRK. Naime, to je 6% više potrošenog goriva u odnosu na teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL 12.220, te 12% više potrošenog goriva u odnosu na teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222 koje prema potrošnji goriva ima najpovoljniju brzinsku značajku.

U nastavku slijedi grafički prikaz troškova goriva teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz model Atego 1222, marke MAN model TGL 12.220 i marke DAF model LF 45.



Grafikon 1: Trošak goriva teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz model Atego 1222, marke MAN model TGL 12.220 i marke DAF model LF 45 na prijednom putu od 80.000 km

Izvor: Tablica 2

Na grafikonu 1 prikazana je potrošena količina goriva, izražene u kunama, cestovnih teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz, MAN i DAF na godišnjoj razini prijednog puta od 80.000 km. Prema dobivenim brojkama teretno motorno vozilo marke DAF modela LF 45 s najvećom godišnjom potrošnjom od oko 130.832,00 HRK, predstavlja najskuplji izbor u odnosu na preostala dva ispitana vozila.

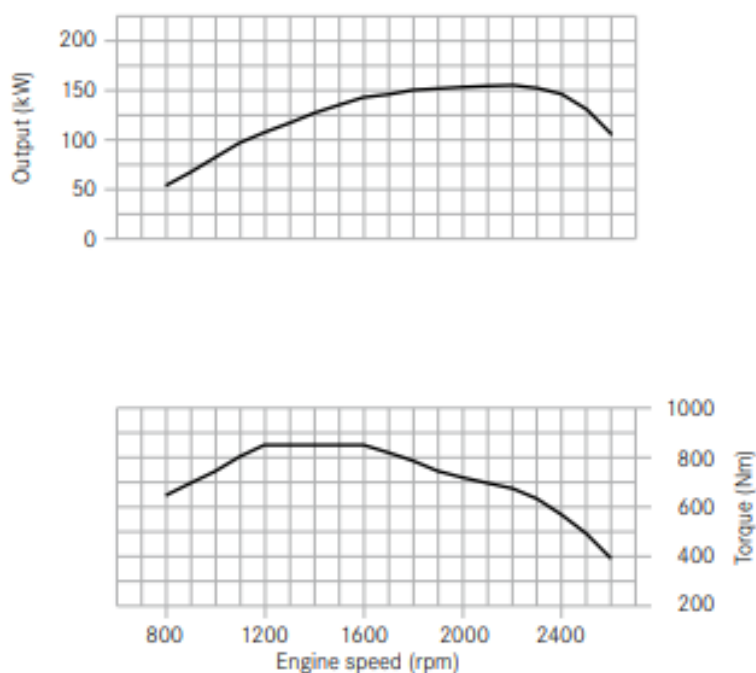
Teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL 12.220 sa godišnjom potrošnjom od oko 123.136,00 HRK, troši 6% manju količinu goriva u odnosu na vozilo marke DAF, što je oko 7.696 HRK godišnje uštede na gorivo.

Najekonomičnije vozilo je teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222 sa godišnjom potrošnjom od 115.440,00 HRK. Navedeno vozilo troši 6% manju količinu goriva u odnosu na vozilo marke MAN, što je oko 7.696 HRK godišnje uštede na gorivo.

Nadalje, u odnosu na vozilo marke DAF ostvaruje uštedu od 15.392 HRK na troškove goriva, odnosno troši 12% manju količinu goriva.

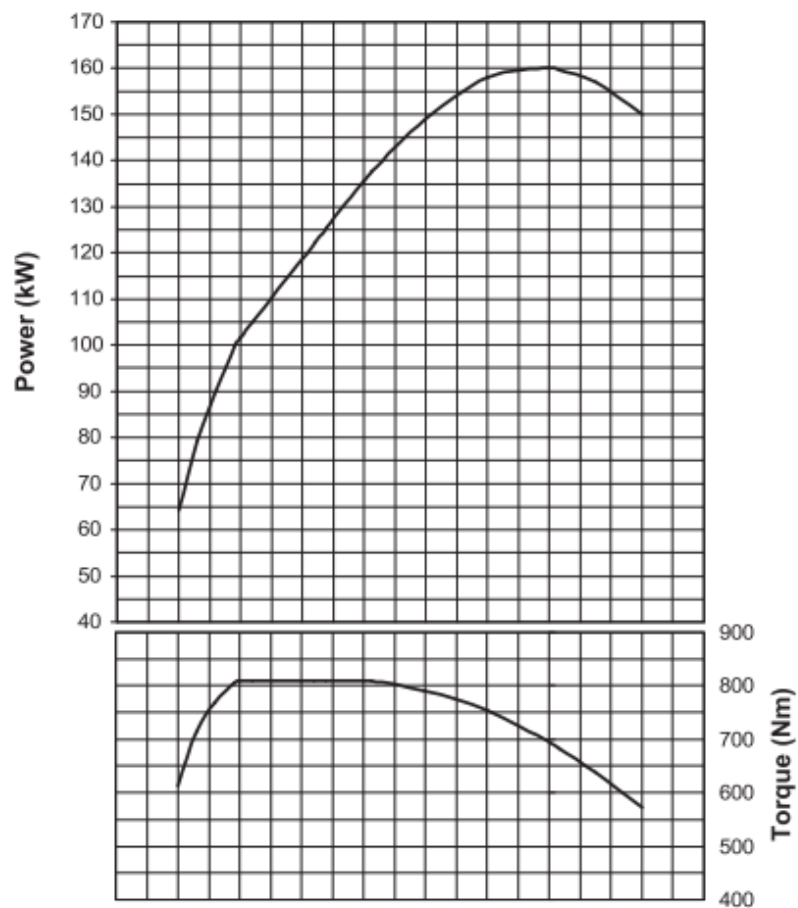
4.1.2. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego

U nastavku teksta prikazuje se vanjska brzinska značajka motora s obzirom na tri različite snage motora teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego, te se konstatira na kojem broju okretaja se ostvaruje maksimalna snaga, te maksimalni okretni moment navedenog teretnog motornog vozila.



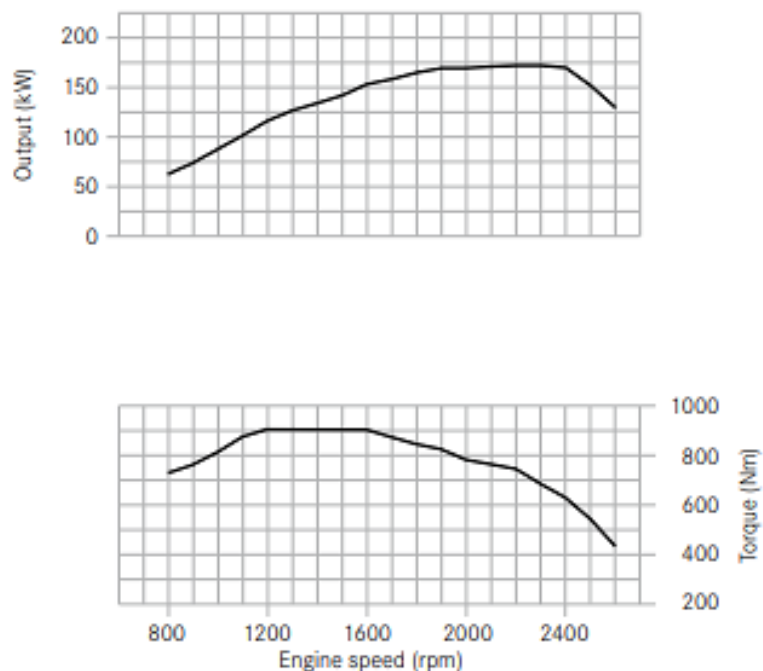
Slika 9: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 155 kW (211 KS)

Izvor: https://www.mercedes-benz-trucks.com/hr_HR/models/atego-distribution/technical-data/engine-performance-data.html/studeni, 2019.



Slika 10: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 160 kW (218 KS)

Izvor: https://www.mercedes-benz-trucks.com/hr_HR/models/atego-distribution/technical-data/engine-performance-data.html/studeni, 2019.



Slika 11: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz motora snage 170 kW (231 KS)

Izvor: https://www.mercedes-benz-trucks.com/hr_HR/models/atego-distribution/technical-data/engine-performance-data.html/studeni, 2019.

U nastavku teksta daje se opis slike 9,10 i 11 na kojima su prikazane vanjske brzinske značajke teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego motora snage: 211 KS, 218 KS i 231 KS, tj. prikazan je odnos snage i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojem se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

- Teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 211 KS:

Visoka snaga ostvaruje se iznad 1800 okretaja u minuti i seže do 2200 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu od 155 kW (211 KS). Najveći okretni moment od 850 Nm postiže se u području od 1200 do 1600 okretaja u minuti.

- Teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 218 KS:

Postiže najveću snagu od 160 kW (218 KS) pri 2200 okretaja u minuti uz najveći okretni moment od 810 Nm u području od 1400 do 1600 okretaja u minuti.

- Teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 231 KS:

Visoka snaga ostvaruje se iznad 1900 okretaja u minuti i seže do 2400 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu od 170 kW (231 KS). Najveći okretni moment od 900 Nm postiže se u području od 1200 do 1600 okretaja u minuti.

U nastavku teksta slijedi tablica s navedenim podacima.

Tablica 3: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego

Snaga 155 kW (211 KS)	Snaga 160 kW (218 KS)	Snaga 170 kW (231 KS)
Max. okretni moment 850 Nm pri 1200-1600 okr/min	Max. okretni moment 810 Nm pri 1400-1600 okr/min	Max. okretni moment 900 Nm pri 1200-1600 okr/min
Max. snaga 211 KS pri 1800-2200 okr/min	Max. snaga 218 KS pri 2200 okr/min	Max. snaga 231 KS pri 1900-2400 okr/min

Izvor: [12]

Na temelju podataka iz tablice 3 slijedi usporedba motora teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 211 KS, 218 KS i 231 KS:

- 1) Usporedba motora teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage 155 kW i 160 kW

Uočeno je povećanje snage sa 155 kW na 160 kW u iznosu od 5 kW, točnije 3%. Vrijednost okretnog momenta smanjila se za 40 Nm, odnosno 5%.

- 2) Usporedba motora teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage 160 kW i 170 kW

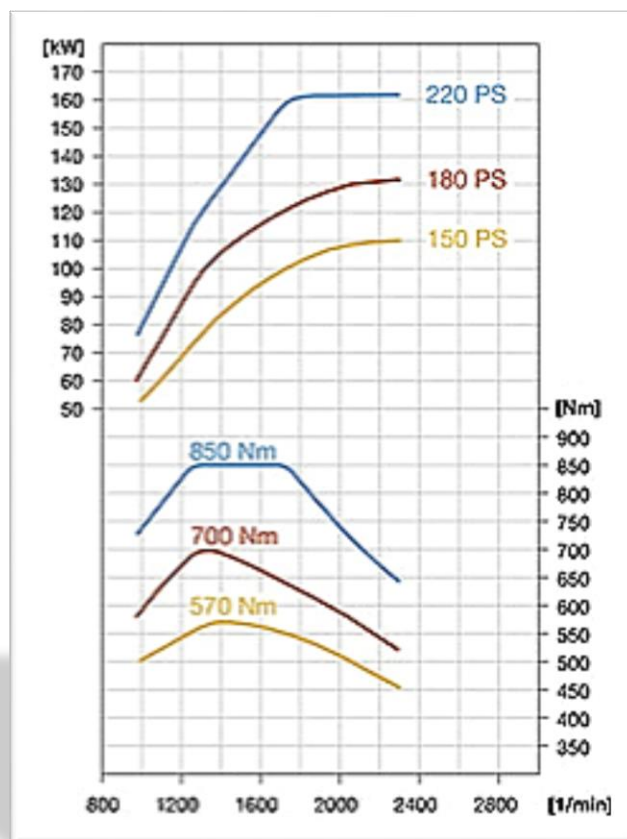
Uočeno je povećanje snage sa 160 kW na 170 kW u iznosu od 10 kW, točnije 6%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 90 Nm, odnosno 10%.

- 3) Usporedba motora teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage 155 kW i 170 kW

Uočeno je povećanje snage sa 155 kW na 170 kW u iznosu od 15 kW, točnije 9%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 50 Nm, odnosno 6%.

4.1.3. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL

U nastavku teksta prikazuje se vanjska brzinska značajka motora s obzirom na tri različite snage motora teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL, te se konstatira na kojem broju okretaja se ostvaruje maksimalna snaga, te maksimalni okretni moment navedenog teretnog motornog vozila.



Slika 12: Krivulje snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL motora snage 150 KS, 180 KS i 220 KS

Izvor: <https://www.lectura-specs.com/en/model/trucks/trucks-construction-transport-tipper-chassis-man/tgl-12-220-4x2-11708653/studeni, 2019.>

U nastavku teksta daje se opis slike 12 na kojoj su prikazane vanjske brzinske značajke teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL motora snage: 150 KS, 180 KS i 220 KS, tj. prikazan je odnos snage i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojem se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

- Teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL snage motora 150 KS:

Postiže snagu od 110 kW (150 KS) pri 2300 okretaja u minuti uz najveći okretni moment od 570 Nm pri 1400 okretaja u minuti.

- Teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL snage motora 180 KS:

Postiže snagu od 132 kW (180 KS) pri 2300 okretaja u minuti uz najveći okretni moment od 700 Nm u području od 1300 do 1400 okretaja u minuti.

- Teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL snage motora 220 KS:

Visoka snaga postiže se iznad 1800 okretaja u minuti i seže do 2300 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu od 162 kW (220 KS). Najveći okretni moment od 850 Nm postiže se u području od 1300 do 1800 okretaja u minuti.

U nastavku teksta slijedi tablica s navedenim podacima.

Tablica 4: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL

Snaga 110 kW (150 KS)	Snaga 132 kW (180 KS)	Snaga 162 kW (220 KS)
Max. okretni moment 570 Nm pri 1400 okr/min	Max. okretni moment 700 Nm pri 1300-1400 okr/min	Max. okretni moment 850 Nm pri 1300-1800 okr/min
Max. snaga 150 KS pri 2300 okr/min	Max. snaga 180 KS pri 2300 okr/min	Max. snaga 220 KS pri 1800-2300 okr/min

Izvor: [13]

Na temelju podataka iz tablice 4 slijedi usporedba motora teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL snage motora 150 KS, 180 KS i 220 KS:

- 1) Usporedba motora teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL snage 110 kW i 132 kW

Uočeno je povećanje snage sa 110 kW na 132 kW u iznosu od 22 kW, točnije 17%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 130 Nm, odnosno 19%.

- 2) Usporedba motora teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL snage 132 kW i 162 kW

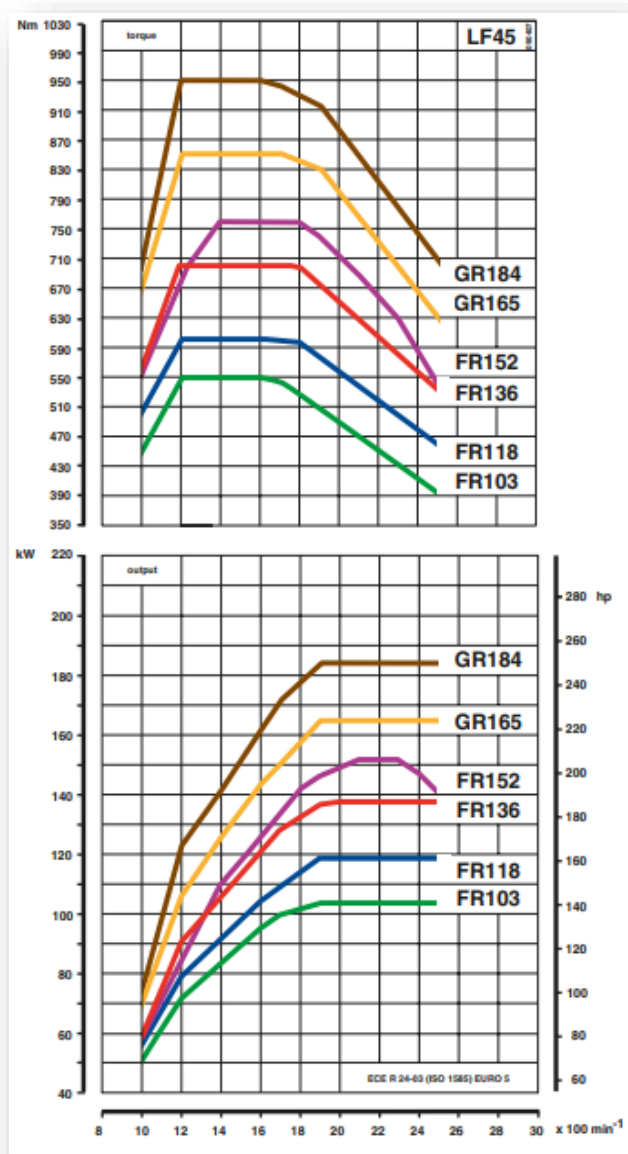
Uočeno je povećanje snage sa 132 kW na 162 kW u iznosu od 30 kW, točnije 19%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 150 Nm, odnosno 18%.

- 3) Usporedba motora teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL snage 110 kW i 162 kW

Uočeno je povećanje snage sa 110 kW na 162 kW u iznosu od 52 kW, točnije 32%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 280 Nm, odnosno 33%.

4.1.4. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke DAF modela LF

U nastavku teksta prikazuje se vanjska brzinska značajka motora s obzirom na šest različitih snaga motora teretnog motornog vozila marke DAF modela LF, te se konstatira na kojem broju okretaja se ostvaruje maksimalna snaga, te maksimalni okretni moment navedenog teretnog motornog vozila.



Slika 13: Krivulje snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke DAF modela LF motora snage 140 KS, 160 KS, 185 KS, 207 KS, 224 KS i 250 KS

Izvor: <https://www.daf.co.uk/en-gb/trucks/specsheets-search-page/studeni>, 2019.

U nastavku teksta daje se opis slike 13 na kojoj su prikazane vanjske brzinske značajke teretnog motornog vozila marke DAF modela LF motora snage: 140 KS, 160 KS, 185 KS, 207 KS, 224 KS i 250 KS, tj. prikazan je odnos snage i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojem se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

- Teretno motorno vozilo marke DAF modela LF snage motora 140 KS:

Najveći okretni moment od 550 Nm postiže se na 1200 okretaja u minuti i kreće se do 1700 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1900 okretaja u minuti i seže do 2500 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 103 kW (140 KS).

- Teretno motorno vozilo marke DAF modela LF snage motora 160 KS:

Najveći okretni moment od 600 Nm postiže se na 1200 okretaja u minuti i kreće se do 1800 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1900 okretaja u minuti i seže do 2500 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 118 kW (160 KS).

- Teretno motorno vozilo marke DAF modela snage motora 185 KS:

Najveći okretni moment od 700 Nm postiže se na 1200 okretaja u minuti i kreće se do 1800 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1900 okretaja u minuti i seže do 2500 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 136 kW (185 KS).

- Teretno motorno vozilo marke DAF modela LF snage motora 207 KS:

Najveći okretni moment od 760 Nm postiže se na 1400 okretaja u minuti i kreće se do 1800 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 2100 okretaja u minuti i seže do 2300 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 152 kW (207 KS).

- Teretno motorno vozilo marke DAF modela LF snage motora 224 KS:

Najveći okretni moment od 850 Nm postiže se na 1200 okretaja u minuti i kreće se do 1700 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1900 okretaja u minuti i seže do 2500 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 165 kW (224 KS).

- Teretno motorno vozilo marke DAF modela LF snage motora 250 KS:

Najveći okretni moment od 950 Nm postiže se na 1200 okretaja u minuti i kreće se do 1600 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1900 okretaja u minuti i seže do 2500 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 184 kW (250 KS).

U nastavku teksta slijedi tablica s navedenim podacima.

Tablica 5: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke DAF modela LF

Snaga 103 kW (140 KS)	Max. okretni moment 550 Nm pri 1200-1700 okr/min	Max. snaga 140 KS pri 1900-2500 okr/min
Snaga 118 kW (160 KS)	Max. okretni moment 600 Nm pri 1200-1800 okr/min	Max. snaga 160 KS pri 1900-2500 okr/min
Snaga 136 kW (185 KS)	Max. okretni moment 700 Nm pri 1200-1800 okr/min	Max. snaga 185 KS pri 1900-2500 okr/min
Snaga 152 kW (207 KS)	Max. okretni moment 760 Nm pri 1400-1800 okr/min	Max. snaga 207 KS pri 2100-2300 okr/min
Snaga 165 kW (224 KS)	Max. okretni moment 850 Nm pri 1200-1700 okr/min	Max. snaga 224 KS pri 1900-2500 okr/min
Snaga 184 kW (250 KS)	Max. okretni moment 950 Nm pri 1200-1600 okr/min	Max. snaga 250 KS pri 1900-2500 okr/min

Izvor: [14]

Na temelju podataka iz tablice 5 slijedi usporedba motora teretnog motornog vozila marke DAF modela LF snage 140 KS, 160 KS, 185 KS, 207 KS, 224 KS i 250 KS:

- 1) Usporedba teretnog motornog vozila marke DAF modela LF motora snage 103 kW i 118 kW

Uočeno je povećanje snage sa 103 kW na 118 kW u iznosu od 15 kW, točnije 13%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 50 Nm, odnosno 8%.

- 2) Usporedba teretnog motornog vozila marke DAF modela LF motora snage 118 kW i 136 kW

Uočeno je povećanje snage sa 118 kW na 136 kW u iznosu od 18 kW, točnije 13%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 100 Nm, odnosno 14%.

- 3) Usporedba teretnog motornog vozila marke DAF modela LF motora snage 136 kW i 152 kW

Uočeno je povećanje snage sa 136 kW na 152 kW u iznosu od 16 kW, točnije 11%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 60 Nm, odnosno 8%.

- 4) Usporedba teretnog motornog vozila marke DAF modela LF motora snage 152 kW i 165 kW

Uočeno je povećanje snage sa 152 kW na 165 kW u iznosu od 13 kW, točnije 8%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 90 Nm, odnosno 11%.

- 5) Usporedba teretnog motornog vozila marke DAF modela LF motora snage 165 kW i 184 kW

Uočeno je povećanje snage sa 165 kW na 184 kW u iznosu od 19 kW, točnije 10%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 100 Nm, odnosno 11%.

4.1.5. Usporedba specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45

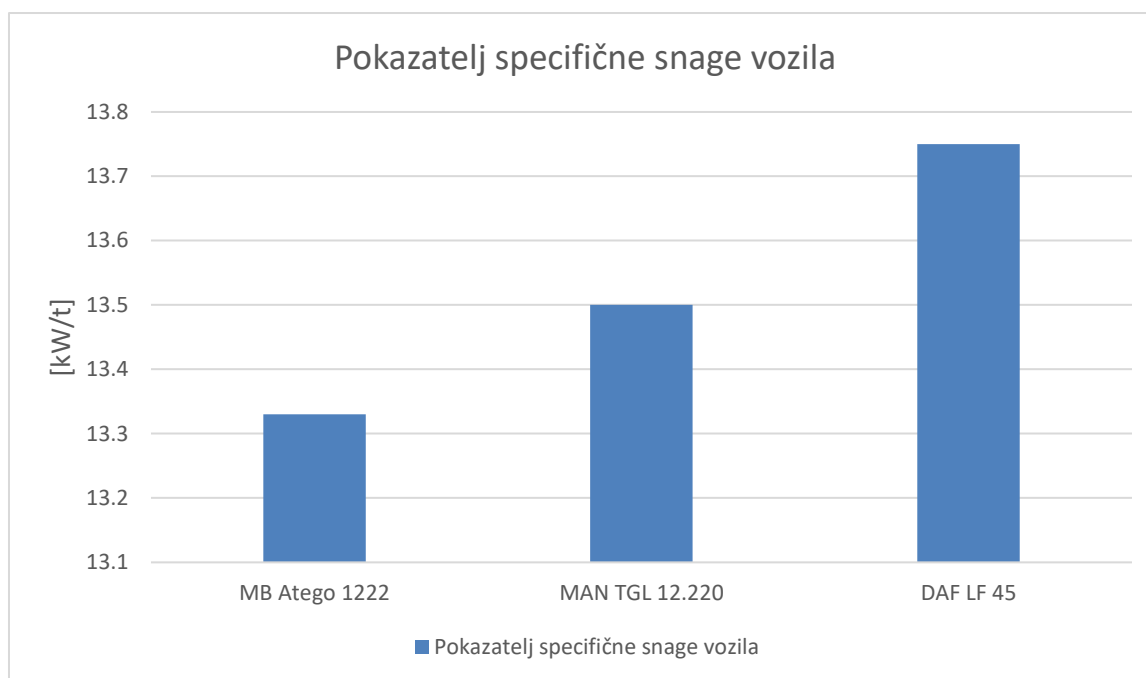
U nastavku teksta slijedi tablica s vrijednostima pokazatelja specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.

Tablica 6: Vrijednosti pokazatelja specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.

VELIČINA	MB Atego 1222	MAN TGL 12.220	DAF LF 45
N_s [kW/t]	13,33	13,5	13,75
$\eta_{s\text{ndm}}$ [kg/kW]	40,75	39,2	37,6
k_m	0,5	0,5	0,5

Izvor: [12], [13], [14]

U nastavku slijedi grafički prikaz pokazatelja specifične snage teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.

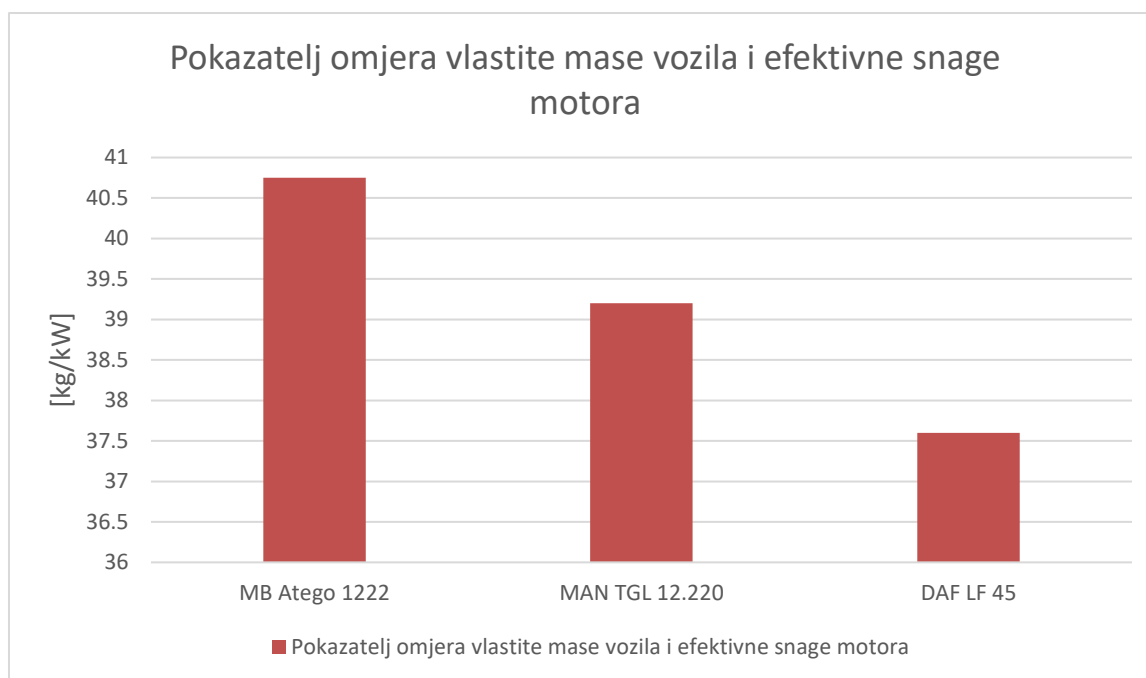


Grafikon 2: Pokazatelj specifične snage teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45

Izvor: Tablica 6

Na grafikonu 2 prikazana je specifična snaga teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45. Može se zaključiti da teretno motorno vozilo marke DAF modela LF 45 ima najveću specifičnu snagu u iznosu od 13,75 kW/t čime se izdvaja kao najbolji odabir za tvrtke koje prevoze težak teret, dok teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222 ima najmanju specifičnu snagu u iznosu od 13,33 kW/t.

U nastavku slijedi grafički prikaz pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.



Grafikon 3: Pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45

Izvor: tablica 6

Na grafikonu 3 prikazan je omjer vlastite mase vozila i efektivne snage teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45. Može se zaključiti da teretno motorno vozilo marke DAF modela LF 45 ima najmanji omjer vlastite mase vozila i efektivne snage motora u iznosu od 37,6 kg/kW, dok teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222 ima najveći omjer vlastite mase vozila i efektivne snage motora u iznosu od 40,75 kg/kW.

4.2. Cestovna teretna motorna vozila najveće dopuštene mase do 40 tona

U nastavku se može vidjeti tablica sa pripadajućim podacima za svako teretno motorno vozilo najveće dopuštene mase do 40 tona, te snagom od 324 kW/440 KS do 331kW/450 KS.

Tablica 7: Podaci za tri različita proizvođača teretnih motornih vozila marke Scania R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440

VELIČINA	SCANIA R 450	MAN TGX 18.440	VOLVO FH 440
Najveća dopuštena masa [t]	40	40	40
Snaga [kW/KS]	331/450	324/440	324/440
Okretni moment [Nm]	2350 Nm	2100	2200
Prosječna potrošnja goriva [l/100 km]	25	27	28

Izvor:[15]

Na temelju podataka danih u tablici 7 može se uočiti da prema potrošnji goriva teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 ima najpovoljniju vanjsku brzinsku značajku.



Slika 14: Primjer vozila marke Scania modela R 450

Izvor: <https://www.magazinauto.com/vozili-smo-scania-r450-la4x2mna/studeni, 2019.>

Na slici 14 prikazano je cestovno teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450. Na temelju slike može se uočiti da je navedeno vozilo sastavljeno od dvoosovinskog tegljača i troosovinske aerodinamički opremljene furgon poluprikolice sa suženim stražnjim krajem čime se smanjuju zračna vrtloženja iza poluprikolice, a samim time i koeficijent otpora zraka. Ova okolnost je od bitnog značenja za smanjenje potrošnje goriva.



Slika 15: Primjer vozila marke MAN modela TGX 18.440

Izvor: <https://www.auti.hr/man-tgx-18-440/329499/studeni, 2019.>

Na slici 15 prikazano je cestovno teretno motorno vozilo marke MAN modela TGX 18.440. Na temelju slike može se uočiti da je navedeno vozilo sastavljeno od dvoosovinskog tegljača i troosovinske poluprikolice koja kao nadgradnju ima teretni sanduk sa bočnim stranicama i ceradom.



Slika 16: Primjer vozila marke Volvo modela FH 440

Izvor: <https://emilfreyselect.hr/trucks/vozilo.php?id=61&model=volvo-fh-440/studeni, 2019.>

Na slici 16 je prikazano cestovno teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH 440. Na temelju slike može se uočiti da je navedeno vozilo sastavljeno od dvoosovinskog tegljača i troosovinske poluprikolice koja kao nadgradnju ima teretni sanduk sa bočnim stranicama i ceradom.

4.2.1. Simulacija na prijednom godišnjem putu od 100.000 kilometara

Simulirati će se potrošnje goriva teretnog motornog vozila marke Scania modela R 450, teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX 18.440 i teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH 440, na godišnjoj razini prijednog puta od 100.000 kilometara.

Tablica 8: Simulacija na teretnim motornim vozilima marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 400

VELIČINA	SCANIA R 450	MAN TGX 18.440	VOLVO FH 440
Godišnji prijeđeni put [km]	100.000	100.000	100.000
Prosječna potrošnja goriva [l/100 km]	25	27	28
Cijena goriva po litri [HRK]	9,62	9,62	9,62
Potrošnja goriva [litara]	25.000	27.000	28.000
Potrošnja goriva [HRK]	240.500,00	259.740,00	269.360,00

Izvor: [15]

Napomena:

- Cijena uzeta na dan 5.11.2019., iznos po litri 9,62 HRK.

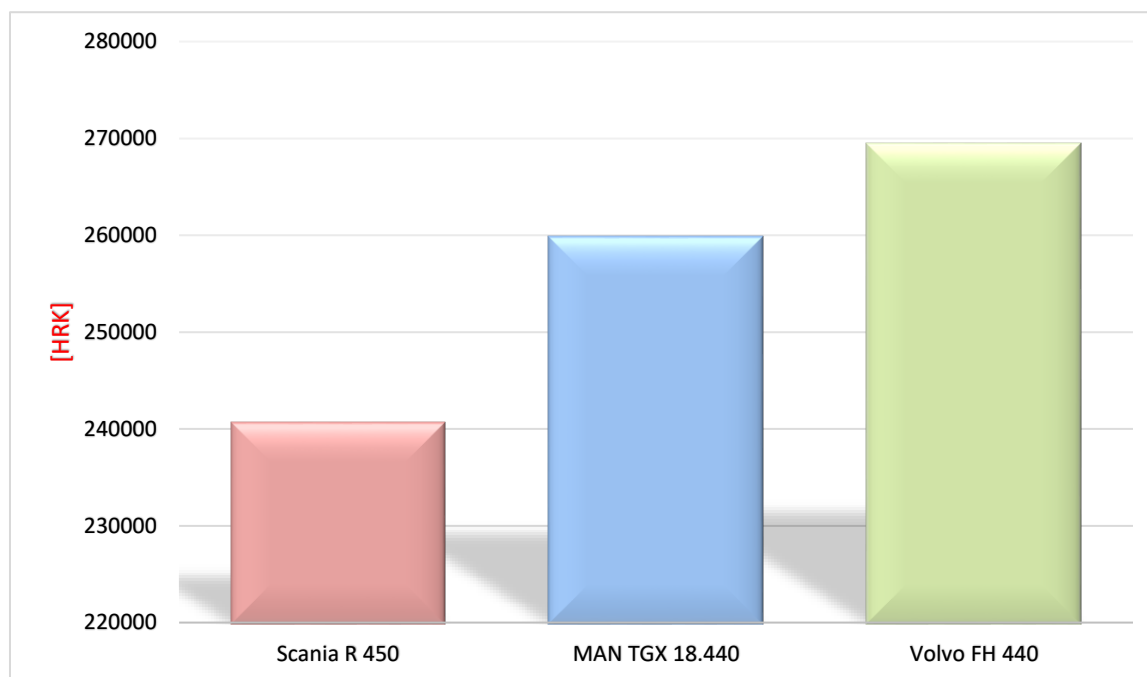
U nastavku teksta slijedi analiza dobivenih podataka iz tablice 8.

Teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 na godišnjoj razini prijeđenog puta od 100.000 km uz specifičnu potrošnju goriva od 25 l/100 km potroši oko 25.000 litara diesel goriva, što je uz cijenu diesel goriva od 9,62 HRK po litri iznos od 240.500,00 HRK.

Teretno motorno vozilo marke MAN modela TGX 18.440 na godišnjoj razini prijeđenog puta od 100.000 km uz specifičnu potrošnju goriva od 27 l/100 km potroši oko 27.000 litara diesel goriva, što je uz cijenu diesel goriva od 9,62 HRK po litri iznos od 259.740,00 HRK. Iz toga proizlazi da navedeno vozilo troši 7% više goriva u odnosu na teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450.

Na temelju podataka iz tablice može se uočiti da najnepovoljniju brzinsku značajku prema potrošnji goriva ima teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH 440. Navedeno vozilo na godišnjoj razini prijeđenog puta od 100.000 km uz specifičnu potrošnju goriva od 28 l/100 km potroši oko 28.000 litara diesel goriva, što je uz cijenu diesel goriva od 9,62 HRK po litri iznos od 269.360,00 HRK. Naime, to je 4% više potrošenog goriva u odnosu na teretno motorno vozilo marke MAN modela TGX 18.440, te 11% više potrošenog goriva u odnosu na teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 koje ima najpovoljniju brzinsku značajku.

U nastavku slijedi grafički prikaz troškova goriva teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450 , marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440



Grafikon 4: Trošak goriva teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450 , marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440 na prijađenom putu od 100.000 km

Izvor: Tablica 8

Na grafikonu 4 je prikazana potrošena količina goriva, izražene u kunama, cestovnih teretnih motornih vozila marke Scania, MAN i Volvo na godišnjoj razini prijađenog puta od 100.000 km. Prema dobivenim brojkama teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH 440 s najvećom godišnjom potrošnjom od oko 269.360,00 HRK, predstavlja najskuplji izbor u odnosu na preostala dva ispitana vozila.

Teretno motorno vozilo marke MAN modela TGX 18.440 sa godišnjom potrošnjom od oko 259.740,00 HRK, troši 4% manju količinu goriva u odnosu na vozilo marke Volvo, što je oko 9.620 HRK godišnje uštede na gorivo.

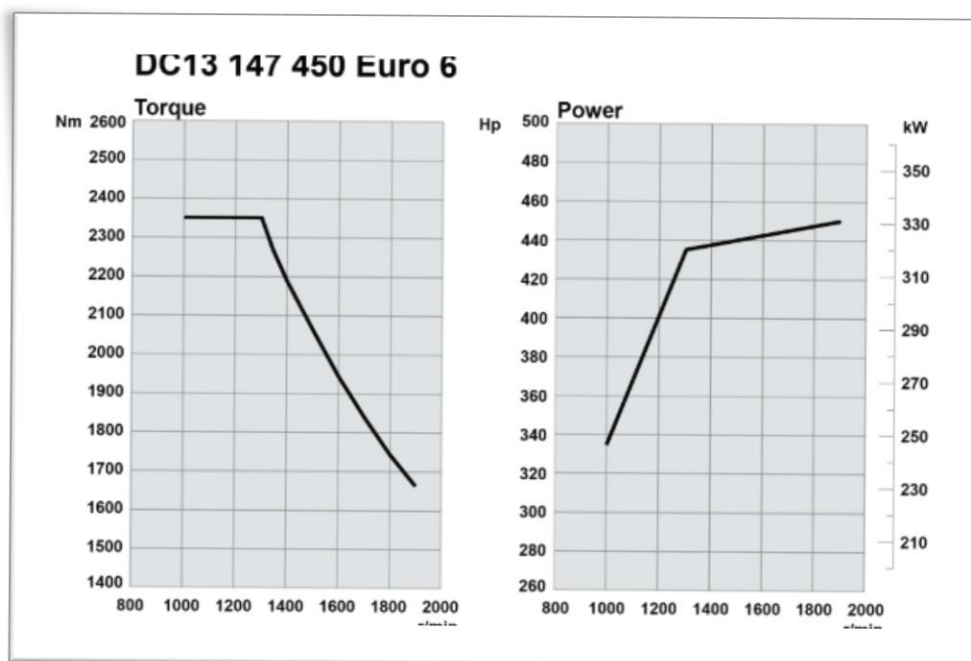
Najekonomičnije vozilo je teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 sa godišnjom potrošnjom od 240.500,00 HRK. Navedeno vozilo troši 7% manju količinu goriva u odnosu na vozilo marke MAN, što je oko 19.240 HRK godišnje uštede na gorivo. Nadalje, u odnosu na vozilo marke Volvo ostvaruje uštedu od 28.860 HRK na troškove goriva, odnosno troši 11% manju količinu goriva.

Gorivo je bitna stavka u troškovima poslovanja svake transportne tvrtke. Troškovi goriva u pravilu iznose jednu trećinu ukupnih operativnih troškova, stoga je vrlo bitan pravilan odabir

vozila s obzirom na uvjete eksploatacije. Kada bi primjerice transportna tvrtka imala vozni park od 15 teretnih motornih vozila marke Volvo modela FH 440, na prijeđenih 100.000 km godišnje za svako vozilo, njezin ukupni trošak godišnje potrošnje goriva iznosio bi oko 4.040.400,00 HRK. S druge strane, kada bi transportna firma imala vozni park od 15 teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, na prijeđenih 100.000 km godišnje za svako vozilo, njezin ukupni trošak godišnje potrošnje goriva iznosio bi oko 3.607.500,00 HRK, točnije imala bi 432.900,00 HRK manji godišnji trošak goriva u odnosu na vozni park vozila marke Volvo.

4.2.2. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke Scania modela R

U nastavku teksta prikazuje se vanjska brzinska značajka motora s obzirom na tri različite snage motora teretnog motornog vozila marke Scania modela R, te se konstatira na kojem broju okretaja se ostvaruje maksimalna snaga, te maksimalni okretni moment navedenog teretnog motornog vozila.

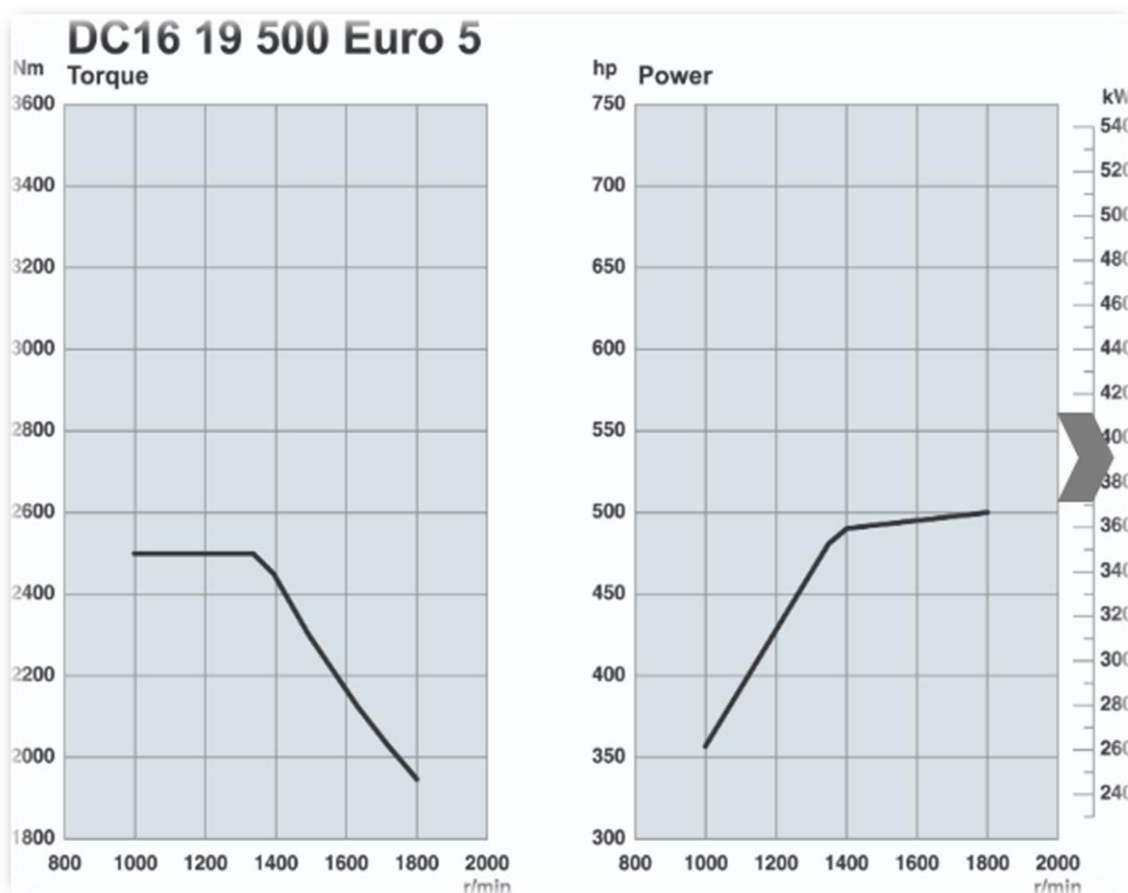


Slika 17: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 450 KS

Izvor: https://www.scania.com/content/dam/scanianoe/market/au/products-and-services/trucks/specification-documents/SCA0447-Longhaul-Brochure_8PP_WEB.pdf/studeni, 2019.

U nastavku teksta daje se opis slike 17 na kojoj je prikazana vanjska brzinska značajka teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 450 KS, tj. prikazan je odnos snage i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojima se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

Najveći okretni moment od 2350 Nm postiže se na 1000 okretaja u minuti i kreće se do 1300 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se već iznad 1300 okretaja u minuti i seže do 1900 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 331 kW (450 KS).

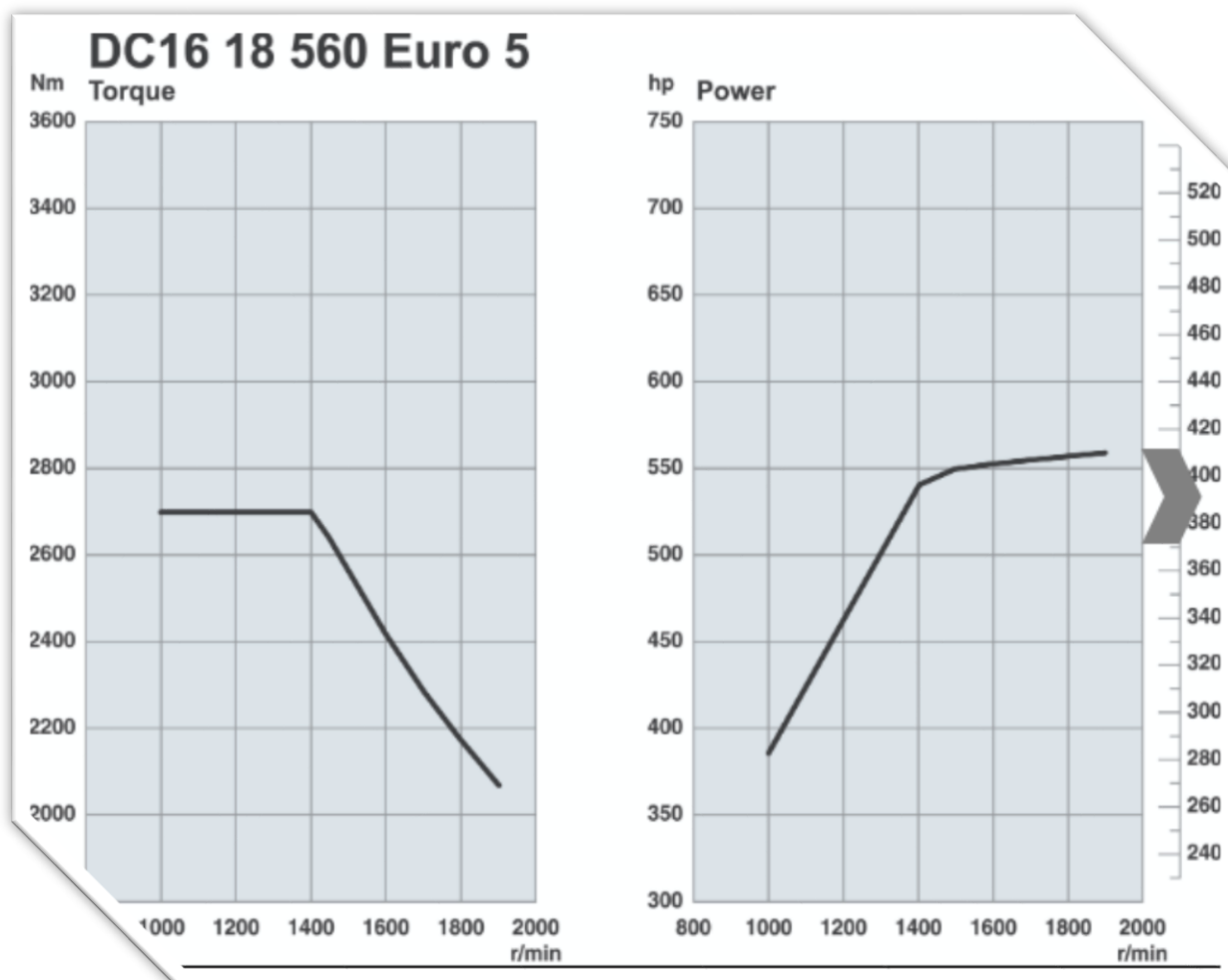


Slika 18: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 500 KS

Izvor: https://www.scania.com/content/dam/scanianoe/market/au/products-and-services/trucks/specification-documents/SCA0447-Longhaul-Brochure_8PP_WEB.pdf/studeni, 2019.

U nastavku teksta daje se opis slike 18 na kojoj je prikazana vanjska brzinska značajka teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 500 KS, tj. prikazan je odnos snage i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojima se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

Najveći okretni moment od 2500 Nm postiže se na 1000 okretaja u minuti i kreće se do 1350 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se već iznad 1350 okretaja u minuti i seže do 1800 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 368 kW (500 KS).



Slika 19: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 560 KS

Izvor: https://www.scania.com/content/dam/scaniaoe/market/au/products-and-services/trucks/specification-documents/SCA0447-Longhaul-Brochure_8PP_WEB.pdf, studeni, 2019.

U nastavku teksta daje se opis slike 19 na kojoj je prikazana vanjska brzinska značajka teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 560 KS, tj. prikazan je odnos snage i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojima se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

Najveći okretni moment od 2700 Nm postiže se na 1000 okretaja u minuti i kreće se do 1400 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se već iznad 1400 okretaja u minuti i seže do 1900 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 412 kW (560 KS).

U nastavku teksta slijedi tablica sa navedenim podacima.

Tablica 9: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke Scania modela R

Snaga 331 kW (450 KS)	Snaga 368 kW (500 KS)	Snaga 412 kW (560 KS)
Max. okretni moment 2350 Nm pri 1000-1300 okr/min	Max. okretni moment 2500 Nm pri 1000-1350 okr/min	Max. okretni moment 2700 Nm pri 1000-1400 okr/min
Max. snaga 450 KS pri 1300-1900 okr/min	Max. snaga 500 KS pri 1350-1800 okr/min	Max. snaga 560 KS pri 1400-1900 okr/min

Izvor: [15]

Na temelju podataka iz tablice 9 slijedi usporedba motora teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 450 KS, 500 KS i 560 KS:

- 1) Usporedba teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 331 kW i 368 kW

Uočeno je povećanje snage sa 331 kW na 368 kW u iznosu od 37 kW, točnije 10%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 150 Nm, odnosno 6%.

- 2) Usporedba teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 368 kW i 412 kW

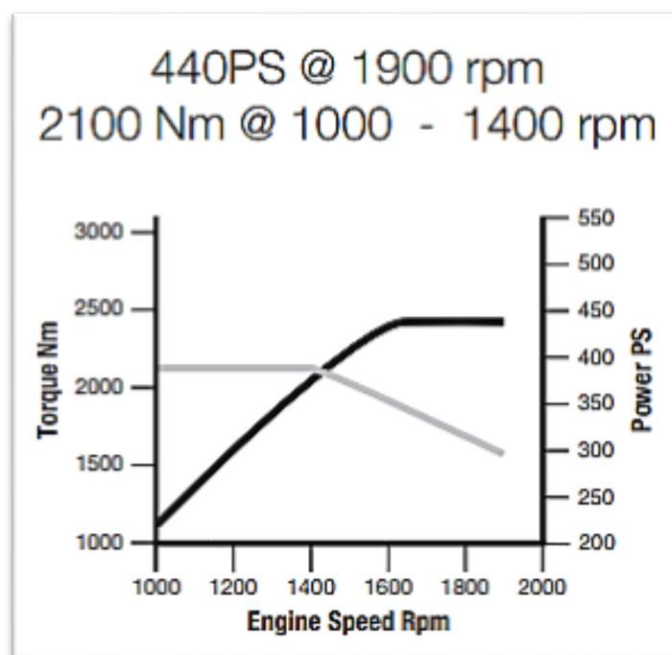
Uočeno je povećanje snage sa 368 kW na 412 kW u iznosu od 44 kW, točnije 11%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 200 Nm, odnosno 7%.

- 3) Usporedba teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 331 kW i 412 kW

Uočeno je povećanje snage sa 331 kW na 412 kW u iznosu od 81 kW, točnije 20%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 350 Nm, odnosno 13%.

4.2.3. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX

U nastavku teksta prikazuje se vanjska brzinska značajka motora s obzirom na dvije različite snage motora teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX, te se konstatira na kojem broju okretaja se ostvaruje maksimalna snaga, te maksimalni okretni moment navedenog teretnog motornog vozila.



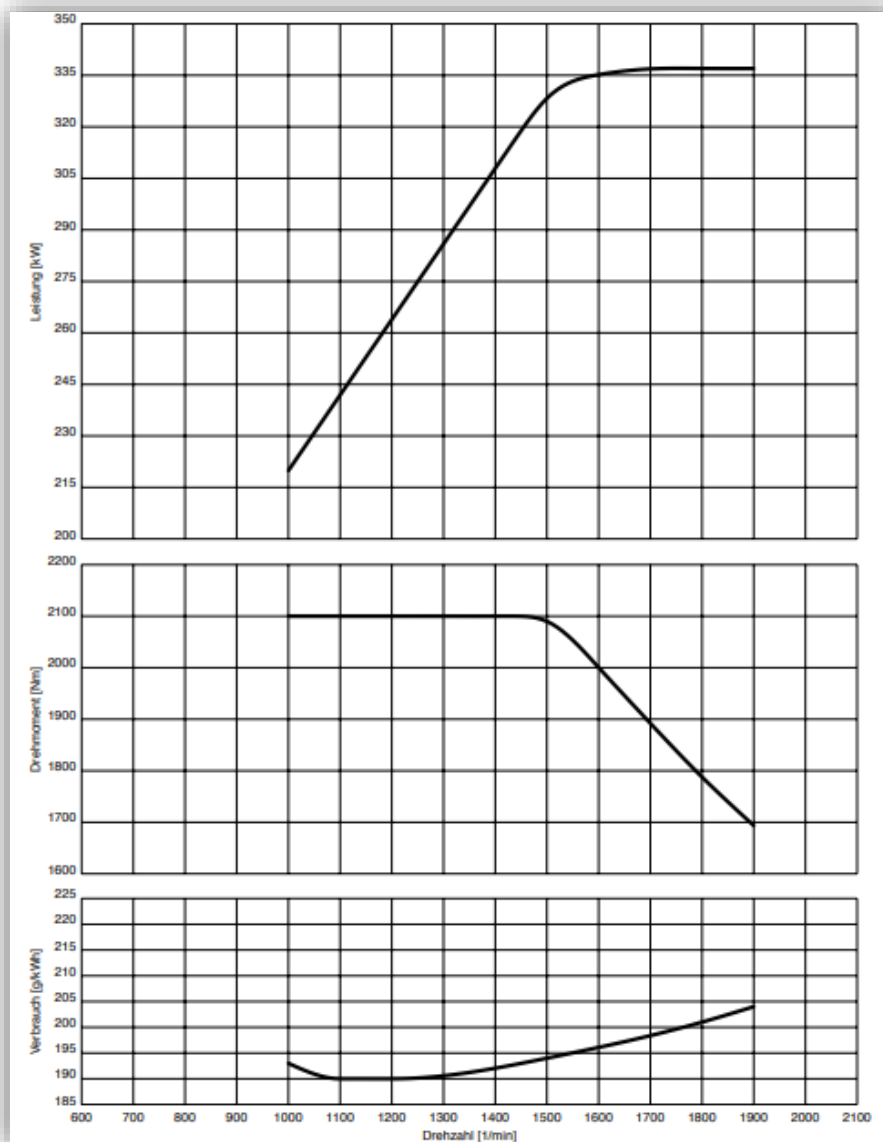
Slika 20: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX motora snage 440 KS

Izvor:

https://www.truck.man.eu/man/media/en/content_medien/doc/business_website_truck_master_1/MAN_tgx_2016_de.pdf/studeni, 2019.

U nastavku teksta daje se opis slike 20 na kojoj je prikazana vanjska brzinska značajka teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX motora snage 440 KS, tj. prikazan je odnos snage i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojem se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

Najveći okretni moment od 2100 Nm postiže se na 1000 okretaja u minuti i kreće se do 1400 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1650 okretaja u minuti i seže do 1900 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 324 kW (440 KS).



Slika 21: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX motora snage 460 KS

Izvor:

https://www.truck.man.eu/man/media/en/content_medien/doc/business_website_truck_master_1/MAN_tgx_2016_de.pdf/studeni, 2019.

U nastavku teksta daje se opis slike 21 na kojoj je prikazana vanjska brzinska značajka teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX motora snage 460 KS, tj. prikazan je odnos snage, potrošnje goriva, te okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojem se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

Najveći okretni moment od 2100 Nm postiže se na 1000 okretaja u minuti i kreće se do 1500 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1500 okretaja u minuti i seže do 1900 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 338 kW (460 KS).

U nastavku teksta slijedi tablica s navedenim podacima.

Tablica 10: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX

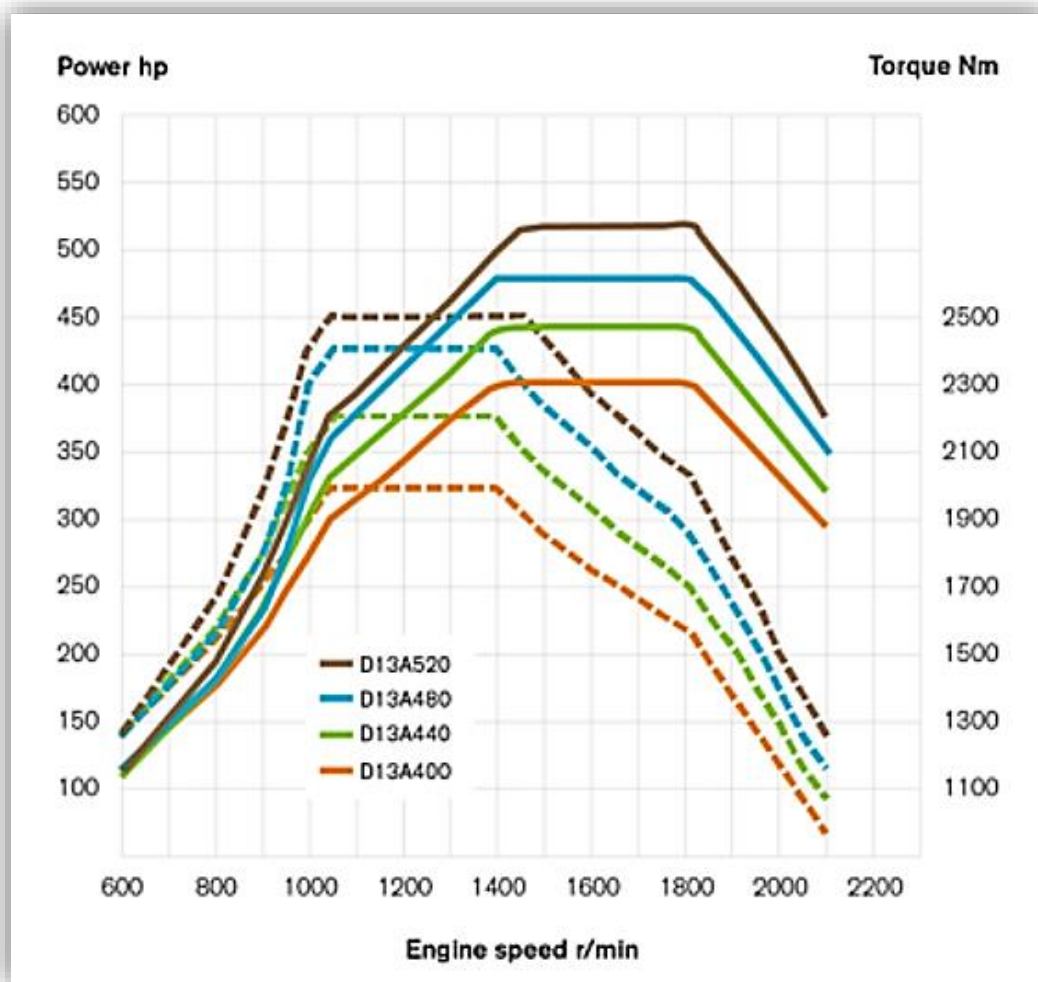
Snaga 324 kW (440 KS)	Snaga 338 kW (460 KS)
Max. okretni moment 2100 Nm pri 1000-1400 okr/min	Max. okretni moment 2100 Nm pri 1000-1500 okr/min
Max. snaga 440 KS pri 1650-1900 okr/min	Max. snaga 460 KS pri 1500-1900 okr/min

Izvor: [15]

Na temelju usporedbe podataka iz tablice 10 uočeno je povećanje snage sa 324 kW na 338 kW u iznosu od 14 kW, točnije 4%.

4.2.4. Vanjska brzinska značajka cestovnog teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH

U nastavku teksta prikazuje se vanjska brzinska značajka motora s obzirom na tri različite snage motora teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH, te se konstatira na kojem broju okretaja se ostvaruje maksimalna snaga, te maksimalni okretni moment navedenog teretnog motornog vozila.



Slika 22: Krivulje snage i okretnih momenata teretnih motornih vozila marke Volvo modela FH motora snage 400 KS, 440 KS, 480 KS i 520 KS

Izvor: <https://www.volvotrucks.com/en-me/trucks/volvo-fh/specifications/powertrain.html>/studeni, 2019.

U nastavku teksta daje se opis slike 22 na kojoj su prikazane vanjske brzinske značajke teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH motora snage: 400 KS, 440 KS, 480 KS i 520 KS, tj. prikazan je odnos snage i okretnog momenta u skladu sa rasponom broja okretaja motora u kojem se teretno motorno vozilo kreće. Područje broja okretaja u kojem je okretni moment najveći ujedno je i područje najmanje potrošnje goriva.

- Teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH motora snage 400 KS:

Najveći okretni moment od 2000 Nm postiže se na 1050 okretaja u minuti i kreće se do 1400 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1400 okretaja u minuti i seže do 1800 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 294 kW (400 KS).

- Teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH motora snage 440 KS:

Najveći okretni moment od 2200 Nm postiže se na 1050 okretaja u minuti i kreće se do 1400 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1400 okretaja u minuti i seže do 1800 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 324 kW (440 KS).

- Teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH motora snage 480 KS:

Najveći okretni moment od 2400 Nm postiže se na 1050 okretaja u minuti i kreće se do 1400 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1400 okretaja u minuti i seže do 1800 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 353 kW (480 KS).

- Teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH motora snage 520 KS:

Najveći okretni moment od 2500 Nm postiže se na 1050 okretaja u minuti i kreće se do 1450 okretaja u minuti. Visoka snaga ostvaruje se iznad 1450 okretaja u minuti i seže do 1800 okretaja u minuti pri čemu motor postiže najveću snagu u iznosu od 382 kW (520 KS).

U nastavku teksta slijedi tablica s navedenim podacima.

Tablica 11: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH

Snaga 294 kW (400 KS)	Snaga 324 kW (440 KS)	Snaga 353 kW (480 KS)	Snaga 382 kW (520 KS)
Max. okretni moment 2000 Nm pri 1050-1400 okr/min	Max. okretni moment 2200 Nm pri 1050-1400 okr/min	Max. okretni moment 2400 Nm pri 1050-1400 okr/min	Max. okretni moment 2400 Nm pri 1050-1450 okr/min
Max. snaga 400 KS pri 1400-1800 okr/min	Max. snaga 440 KS pri 1400-1800 okr/min	Max. snaga 480 KS pri 1400-1800 okr/min	Max. snaga 520 KS pri 1500-1800 okr/min

Izvor: [15]

Na temelju podataka iz tablice 11 slijedi usporedba motora teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH motora snage 400 KS, 440 KS, 480 KS i 520 KS:

- 1) Usporedba teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH motora snage 294 kW i 324 kW

Uočeno je povećanje snage sa 294 kW na 324 kW u iznosu od 30 kW, točnije 9%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 200 Nm, odnosno 9%.

- 2) Usporedba teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH motora snage 324 kW i 353 kW

Uočeno je povećanje snage sa 324 kW na 353 kW u iznosu od 29 kW, točnije 8%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 200 Nm, odnosno 8%.

- 3) Usporedba teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH motora snage 353 kW i 382 kW

Uočeno je povećanje snage sa 353 kW na 382 kW u iznosu od 29 kW, točnije 8%, pri manjem broju okretaja motora.

- 4) Usporedba teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH motora snage 294 kW i 382 kW

Uočeno je povećanje snage sa 294 kW na 382 kW u iznosu od 88 kW, točnije 23%, koje izaziva povećanje vrijednosti okretnog momenta u iznosu od 400 Nm, odnosno 17%.

4.2.5. Usporedba specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440

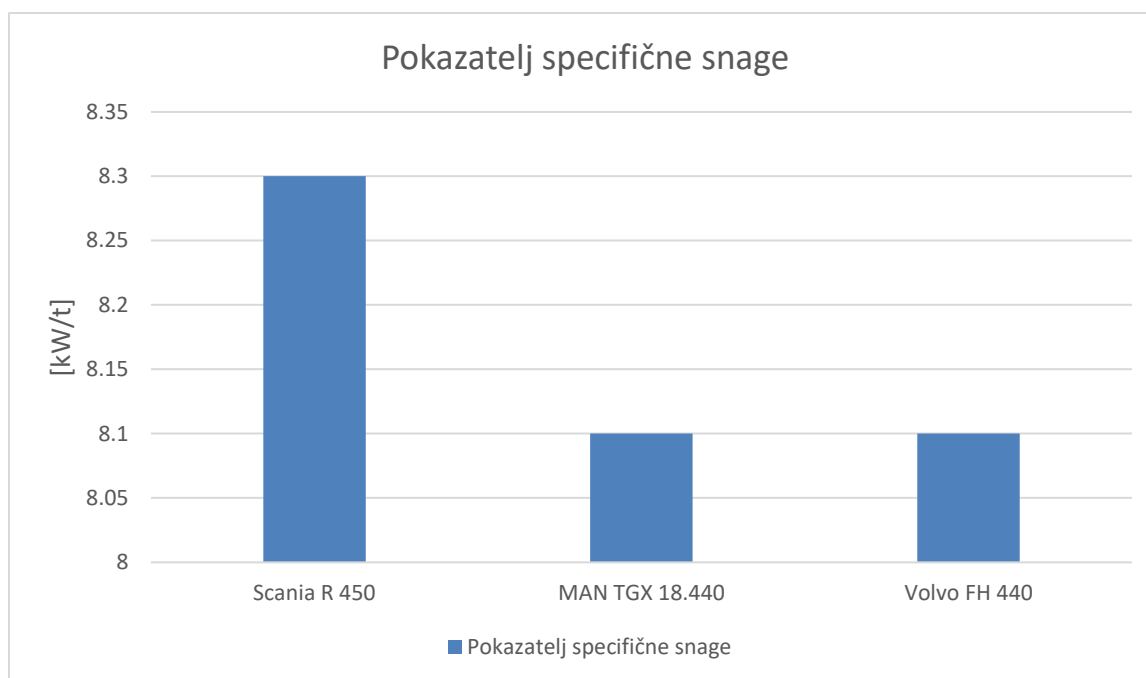
U nastavku teksta slijedi tablica s vrijednostima pokazatelja specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440.

Tablica 12: Vrijednosti pokazatelja specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440.

VELIČINA	Scania R 450	MAN 18.440	Volvo FH 440
N_s	8,3	8,1	8,1
η_{smdm}	22,4	22,9	23,2
k_m	0,2	0,2	0,2

Izvor: [15]

U nastavku slijedi grafički prikaz pokazatelja specifične snage teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440

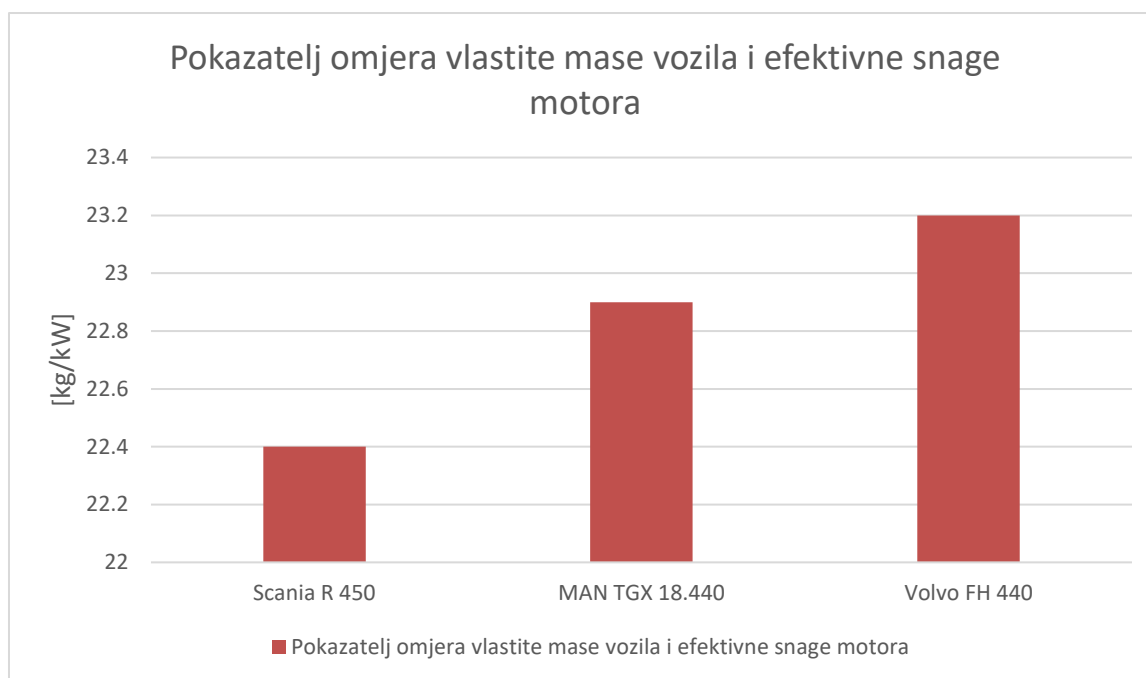


Grafikon 5: Pokazatelj specifične snage teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440

Izvor: Tablica 12

Na grafikonu 5 prikazana je specifična snaga teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440. Može se zaključiti da teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 ima najveću specifičnu snagu u iznosu od 8,3 kW/t čime se izdvaja kao najbolji odabir za tvrtke koje prevoze težak teret, dok teretna motorna vozila marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440 imaju manju specifičnu snagu u iznosu od 8,1 kW/t.

U nastavku slijedi grafički prikaz pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440.



Grafikon 6: Pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440

Izvor: tablica 12

Na grafikonu 6 prikazan je omjer vlastite mase vozila i efektivne snage teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440. Može se zaključiti da teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 ima najmanji omjer vlastite mase vozila i efektivne snage motora u iznosu od 22,4 kg/kW, dok teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH 440 ima najveći omjer vlastite mase vozila i efektivne snage motora u iznosu od 23,2 kg/kW.

4.3. Stvarni primjeri iz prakse

Uvjeti eksploatacije mogu se podijeliti tehnološki prema prostoru, odnosno po duljini transportne relacije i uvjetima prometa na gradske relacije, prigradske relacije i međugradske relacije (dugolinijski promet). Gradske relacije spadaju u najteže uvjete eksploatacije zbog velikog broja ubrzavanja i usporavanja, gustoće prometa, te u konačnici manje razine sigurnosti. Kupac treba odrediti koji od ponuđenih motora želi imati u kamionu kojeg kupuje prema svojim konkretnim uvjetima eksploatacije, kao što su primjerice ravničarski, brežuljkasti ili planinski teren, te predviđeni stupanj iskorištenja teretnog kapaciteta. [16]

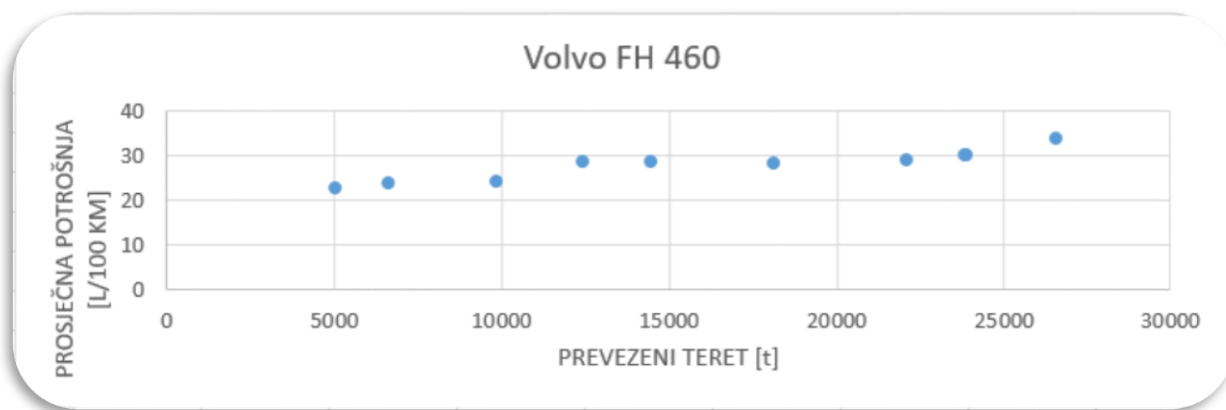
VOZILO	Početak puta	Kilometri	Kraj puta	Kilometri	Prijeđeni kilometri	Prevezana tonaža	Prosječna potrošnja L/100km	UKUPNO POTROŠENO GORIVA L
VOLVO FH 460								
ZG0031DP	26.7.2019	1183259	29.7.2019	1184561	1302	9866	24,04	313,00
ZG0031DP	30.7.2019	1184680	31.7.2019	1185959	1279	23891	30,20	386,26
ZG0031DP	2.1.2019	1103668	3.1.2019	1105110	1442	23828	30,27	436,49
ZG0031DP	7.1.2019	1106008	9.1.2019	1107824	1816	14478	28,52	517,92
ZG0031DP	10.1.2019	1107824	12.1.2019	1109224	1400	26565	33,88	474,32
ZG0031DP	23.1.2019	1113018	24.1.2019	1114413	1395	12420	28,53	397,99
ZG0031DP	25.1.2019	1114413	28.1.2019	1116009	1596	6619	23,73	378,73
ZG0031DP	17.5.2019	1155199	20.5.2019	1156816	1617	5020	22,73	367,54
ZG0031DP	21.5.2019	1156816	24.5.2019	1158415	1599	18150	28,23	451,40
ZG0031DP	18.6.2019	1166732	21.6.2019	1168146	1414	22118	29,10	411,47
					14860	16295,5	prosječna popunjenost	4135,14
								27,83
SCANIA R 450								
ZG0048DP	11.6.2019	103211	13.6.2019	104795	1584	24710	29,41	465,85
ZG0048DP	14.6.2019	104809	17.6.2019	106285	1476	24135	30,53	450,62
ZG0048DP	17.6.2019	106294	19.6.2019	107660	1366	6550	23,38	319,37
ZG0048DP	24.6.2019	109251	26.6.2019	110988	1737	12000	25,63	445,19
ZG0048DP	1.7.2019	112437	2.7.2019	113747	1310	5873	23,97	314,01
ZG0048DP	2.1.2019	34623	4.1.2019	35985	1362	24480	27,94	380,54
ZG0048DP	4.1.2019	35985	7.1.2019	37719	1734	18529	28,23	489,51
ZG0048DP	11.2.2019	52935	13.2.2019	54396	1461	10365	26,34	384,83
ZG0048DP	18.2.2019	55797	20.2.2019	57439	1642	15014	27,50	451,55
ZG0048DP	19.3.2019	68752	21.3.2019	70697	1945	22010	28,73	558,80
					15617	16366,6	prosječna popunjenost	4260,28
								27,28

Slika 23: Prikaz potrošene količine goriva, prosječne potrošnje, prevezenog tereta i prijeđenog puta teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH 460 i teretnog motornog vozila marke Scania modela R 450

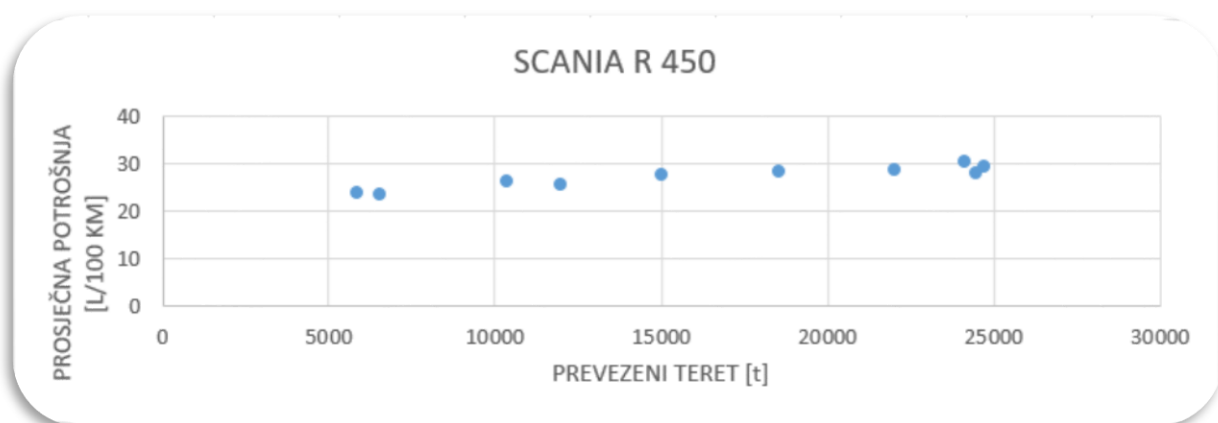
Izvor: [15], studeni, 2019.

Pomoću računalnog programa „Excel“ izrađena je slika 23 koja prikazuje potrošene količine goriva, prosječne potrošnje, količinu prevezenog tereta i prijeđeni put teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH 460 i teretnog motornog vozila marke Scania modela R 450. Prikazano je deset obavljenih vožnji svakog vozila od kojih je pet odrađeno u ljetnim mjesecima, dok je drugih pet odrađeno u zimskim mjesecima. Teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH 460 na ukupno prijeđeni put od 14.860 km i ukupno prevezeni teret od 16 tona, potrošilo je ukupno 4.135 litara goriva. Teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 na ukupno prijeđeni put od 15.617 km i ukupno prevezeni teret od 16 tona, potrošilo je ukupno 4.260 litara goriva. S obzirom na eksploatacijske uvjete, može se zaključiti da oba teretna motorna vozila pružaju zadovoljavajuće rezultate ostvarujući dobar balans snage i potrošnje.

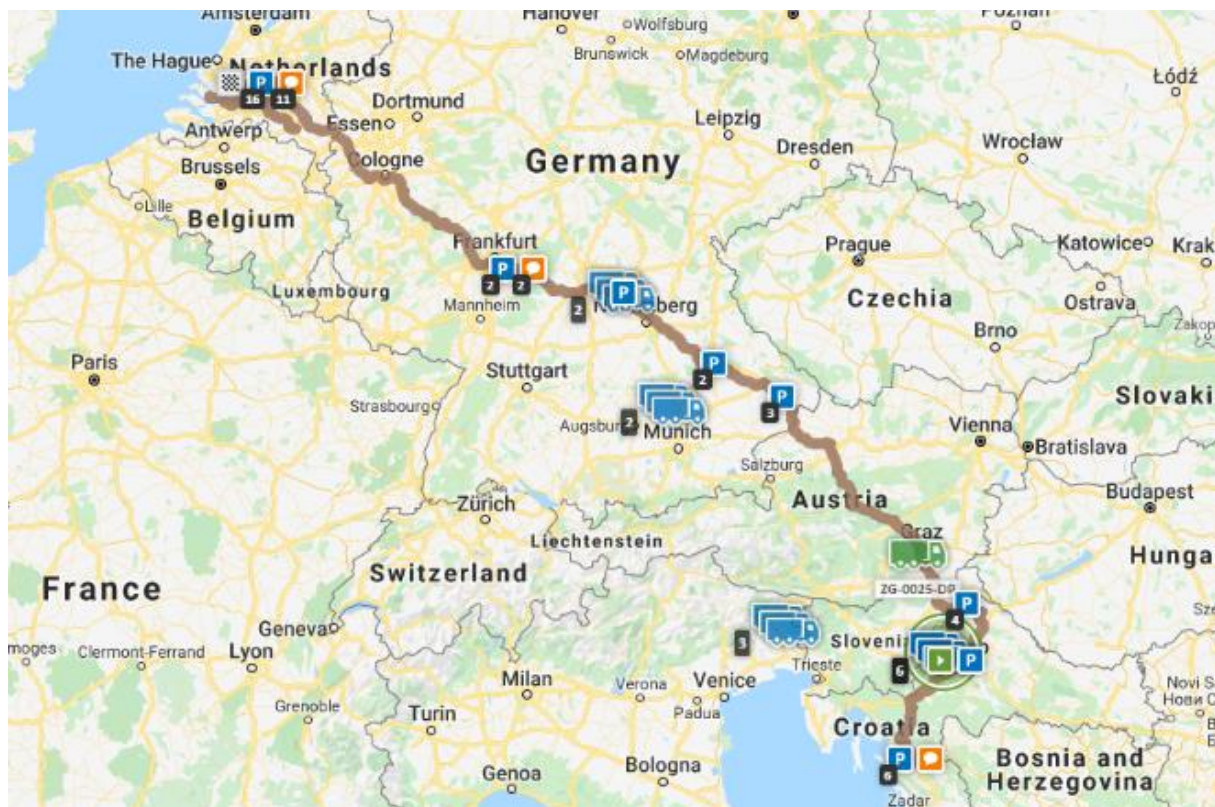
U nastavku slijedi grafički prikaz podataka iz slike 23.



Slika 24: Grafički prikaz rezultata potrošnje iz slike 23, za teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH 460



Slika 25: Grafički prikaz rezultata potrošnje iz slike 23, za teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450



Slika 26: Satelitski prikaz rute teretnog motornog vozila marke Scania modela R 450

Izvor: [15], studeni, 2019.

Na slici je prikazana ruta kretanja teretnog motornog vozila marke Scania modela R 450. Prijedeni put navedenog vozila iznosi 1.737 km. Sa teretom od 12 tona potrošio je 445 litara goriva. Prema topografskoj karti koju karakteriziraju pretežito ravne otvorene ceste bez naglih uzvišenja, teretno motorno vozilo marke Scania sa svojom visokom brzinom, niskom potrošnjom, te visokim stupnjem iskorištenja teretnog kapaciteta, dokazalo se kao pravilan odabir za međugradske relacije

5. ZAKLJUČAK

Na temelju obrađenih podataka i analiza zaključuje se da je vanjska brzinska značajka važan kriterij za izbor odgovarajućeg teretnog motornog vozila tvrtkama koje traže optimalno vozilo za svoj posao. Pravilan odabir vozila temelji se na ostvarivanju optimalnog balansa snage, okretnog momenta i potrošnje goriva uz dobro prilagođenu brzinu okretaja motora čime se postiže veći profit uz što manje troškove.

Analizom pojedinih specifikacija teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45, te obavljenom simulacijom na prijađenom godišnjem putu od 80.000 kilometara, zaključuje se da teretno motorno vozilo marke Mercedes-Benz modela Atego 1222 troši najmanju količinu goriva, što ga u ovom ispitivanju čini najekonomičnijim teretnim vozilom. Teretno motorno vozilo marke MAN modela TGL 12.220 ostvaruje najveću snagu i najveći okretni moment pri nižem broju okretaja u odnosu na konkurente, što ga čini optimalnim izborom vozila za teške uvjete eksploatacije gradskih i prigradskih relacija. Teretno motorno vozilo marke DAF modela LF 45, izdvaja se zbog najveće specifične snage motora, što ga čini najboljim izborom vozila za prijevoz teškog tereta.

Analizom pojedinih specifikacija teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440, te obavljenom simulacijom na prijađenom godišnjem putu od 100.000 kilometara, zaključuje se da teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 troši najmanju količinu goriva u odnosu na teretna motorna vozila marke MAN modela TGX 18.440, te marke Volvo modela FH 440. Teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 ostvaruje najveću snagu i najveći okretni moment pri nižem broju okretaja u odnosu na konkurente, što ga čini optimalnim izborom vozila za brdoviti teren. Zbog najveće specifične snage, teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450 predstavlja najbolji izbor vozila za tvrtke koje se bave prijevozom teškog tereta.

Analizom krivulja snaga i okretnih momenata prethodno navedenih teretnih vozila, zaključuje se da visoki okretni moment daje izrazitu prednost kamionima koji se kreću u brdovitim područjima, odnosno kojima su takve relacije svakodnevne. Da bi se ostvarila najveća snaga, moment treba omogućiti da se u što manjim okretajima počinje ostvarivati što veća snaga.

Iz svega navedenog, može zaključuje se da je pri izboru optimalnog motora neophodno uzeti u obzir pretežite uvjete eksploatacije, kao i vrstu transportnog supstrata, te sukladno tome odlučiti o potrebnoj snazi motora konkretnog teretnog motornog vozila.

POPIS LITERATURE

- [1] Izvor: <http://struna.ihj.hr/naziv/vanjska-brzinska-znacajka/724/> (kolovoz, 2019.)
- [2] Izvor: Čaljkusić A.: Tržište cestovnog teretnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [3] Izvor: Zavada J.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2000.
- [4] Izvor: Rajsman M.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [5] Izvor: Felić M.: Brzinska značajka u eksploataciji cestovnih teretnih vozila, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
- [6] Izvor: Omerović K.: Vanjska brzinska značajka u eksploataciji cestovnih teretnih motornih vozila, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [7] Izvor: <http://files.fpz.hr/Djelatnici/vprotega/Veselko-Protega-Osnove-tehnologije-prometa-2014-2015.pdf>
- [8] Izvor: Gregurić J.: Tehničko eksploatacijske značajke cestovnih vozila u javnom teretnom prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
- [9] Izvor: Božićević D., Kovačević D.: Suvremene transportne tehnologije, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
- [10] Izvor: Bojić J.: Analiza troškova cestovnog prijevoza robe u Republici Hrvatskoj, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [11] Izvor: Ivaković Č., Stanković R., Šafran M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
- [12] Izvor: https://www.mercedes-benz-trucks.com/hr_HR/models/atego-distribution/technical-data/engine-performance-data.html (studen, 2019.)
- [13] Izvor: <https://www.lectura-specs.com/en/model/trucks/trucks-construction-transport-tipper-chassis-man/tgl-12-220-4x2-11708653> (studen, 2019.)
- [14] Izvor: <https://www.daf.co.uk/en-gb/trucks/specsheets-search-page> (studen 2019.)
- [15] Izvor: Diva prijevoz d.o.o., Horvaćanska cesta 43, 10000 Zagreb, Hrvatska, OIB: 82153897253
- [16] Izvor: Rajsman, M.: Dodatno objašnjenje teme o vanjskoj brzinskoj značajci autobusa, dodatak nastavnom materijalu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

POPIS SLIKA

Slika 1: Vanjska brzinska značajka Otto motora.....	3
Slika 2: Vanjska brzinska značajka Diesel motora.....	4
Slika 3: Primjer vozila marke MAN modela TGL 12.220.....	6
Slika 4: Primjer vozila marke MAN modela TGX 24.400.....	7
Slika 5: Primjer vozila marke DAF modela XF.....	8
Slika 6: Primjer vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222.....	11
Slika 7: Primjer vozila marke MAN modela TGL 12.220.....	12
Slika 8: Primjer vozila marke DAF modela LF 45.....	13
Slika 9: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 155 kW (211 KS).....	16
Slika 10: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 160 kW (218 KS).....	17
Slika 11: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego snage motora 170 kW (231 KS).....	18
Slika 12: Krivulje snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL motora snage 150 KS, 180 KS i 220 KS.....	20
Slika 13: Krivulje snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke DAF modela LF motora snage 140 KS, 160 KS, 185 KS, 207 KS, 224 KS i 250 KS.....	22
Slika 14: Primjer vozila marke Scania modela R 450.....	28
Slika 15: Primjer vozila marke MAN modela TGX 18.440.....	29
Slika 16: Primjer vozila marke Volvo modela FH 440.....	30
Slika 17: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 450 KS.....	33
Slika 18: : Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 500 KS.....	34
Slika 19: : Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke Scania modela R motora snage 560 KS.....	35

Slika 20: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX motora snage 440 KS.....	37
Slika 21: Krivulja snage i okretnog momenta teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX motora snage 460 KS.....	38
Slika 22: Krivulje snage i okretnih momenata teretnih motornih vozila marke Volvo modela FH motora snage 400 KS, 440 KS, 480 KS i 520 KS.....	40
Slika 23: Prikaz potrošene količine goriva, prosječne potrošnje, prevezenog tereta i prijeđenog puta terenog motornog vozila marke Volvo modela FH 460 i teretnog motornog vozila marke Scania modela R 450.....	45
Slika 24: Grafički prikaz rezultata potrošnje iz slike 23, za teretno motorno vozilo marke Volvo modela FH 460.....	46
Slika 25: Grafički prikaz rezultata potrošnje iz slike 23, za teretno motorno vozilo marke Scania modela R 450.....	46
Slika 26: Satelitski prikaz rute teretnog motornog vozila marke Scania modela R 450.....	47

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1: Trošak goriva teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45 na prijeđenom putu od 80.000 km.....	15
Grafikon 2: Pokazatelj specifične snage teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.....	26
Grafikon 3: Pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.....	27
Grafikon 4: Trošak goriva teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440 na prijeđenom putu od 100.000 km.....	32
Grafikon 5: Pokazatelj specifične snage teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440.....	43
Grafikon 6: Pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440.....	44

POPIS TABLICA

Tablica 1. Podaci za tri različita proizvođača teretnih motornih vozila marki Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.....	11
Tablica 2: Simulacija na teretnim motornim vozilima marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.....	14
Tablica 3: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke Mercedes-Benz modela Atego.....	19
Tablica 4: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke MAN modela TGL.....	21
Tablica 5: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke DAF modela LF.....	24
Tablica 6: Vrijednosti pokazatelja specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Mercedes-Benz modela Atego 1222, marke MAN modela TGL 12.220 i marke DAF modela LF 45.....	25
Tablica 7: Podaci za tri različita proizvođača teretnih motornih vozila marki Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440.....	28
Tablica 8: Simulacija na teretnim motornim vozilima marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440.....	31
Tablica 9: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke Scania modela R.....	36
Tablica 10: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke MAN modela TGX.....	39
Tablica 11: Analiza snage i okretnih momenata teretnog motornog vozila marke Volvo modela FH.....	41
Tablica 12: Vrijednosti pokazatelja specifične snage, omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, te koeficijenata iskorištenja mase vozila teretnih motornih vozila marke Scania modela R 450, marke MAN modela TGX 18.440 i marke Volvo modela FH 440.....	42

